ltores Editoriais
io Kume
sador do IPEA e Professor da UERJ

o Fonseca
em Economia, U.C. Berkeley
sor da PUC/Rio

ção
José Cyhlar Monteiro
mista e Professora da Universidade
al do Rio de Janeiro

BPDEA
BPDEA
BPDEA
PDEA
BPDEA
ção Brasileira para
teção dos Direitos
litoriais e Autorais
EITE O AUTOR
FAÇA CÓPIA

Preencha a **ficha de cadastro** no final deste livro
e receba gratuitamente informações
sobre os lançamentos e as promoções da
Editora Campus.

Consulte também nosso catálogo
completo e últimos lançamentos em
www.campus.com.br

INTRODUÇÃO À TEORIA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO

Charles I. Jones
Stanford University

4ª Tiragem

EDITORA CAMPUS

338.9
J76i

SUMÁRIO

PREFÁCIO XI

1 INTRODUÇÃO: FATOS DO CRESCIMENTO ECONÔMICO 1

1.1 DADOS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO E DESENVOLVIMENTO 3
1.2 OUTROS "FATOS CONSAGRADOS" 10
1.3 O RESTANTE DO LIVRO 14

2 O MODELO DE SOLOW 16

2.1 MODELO BÁSICO DE SOLOW 17
2.1.1 O diagrama de Solow 22
2.1.2 Estática comparativa 24
2.1.3 Propriedades do estado estacionário 26
2.1.4 Crescimento econômico no modelo simples 28
2.2 TECNOLOGIA E O MODELO DE SOLOW 29
2.2.1 O gráfico de Solow com tecnologia 31
2.2.2 A solução para o estado estacionário 33
2.3 AVALIAÇÃO DO MODELO DE SOLOW 36
2.4 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO E REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE 38
EXERCÍCIOS 42

3 APLICAÇÕES EMPÍRICAS DOS MODELOS DE CRESCIMENTO NEOCLÁSSICOS 44

3.1 O MODELO DE SOLOW COM CAPITAL HUMANO 44
3.2 CONVERGÊNCIA E EXPLICAÇÃO DAS DIFERENÇAS NAS TAXAS DE CRESCIMENTO 52
3.3 A EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA RENDA 59
EXERCÍCIOS 62

A ECONOMIA DAS IDÉIAS 65

4.1 O QUE É TECNOLOGIA 65
4.2 A ECONOMIA DAS IDÉIAS 66
4.3 DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL 72
4.4 DADOS ACERCA DAS IDÉIAS 76
4.5 RESUMO 78
EXERCÍCIOS 78

O MOTOR DO CRESCIMENTO 80

5.1 OS ELEMENTOS BÁSICOS DO MODELO 81
5.1.1 Crescimento no modelo de Romer 84
5.1.2 Efeitos de crescimento *versus* efeitos de nível 88
5.1.3 Estática comparativa: Um aumento permanente na participação de P&D 89
5.2 A ECONOMIA DO MODELO 92
5.2.1 O setor de bens finais 93
5.2.2 O setor de bens intermediários 94
5.2.3 O setor de pesquisas 96
5.2.4 Solução do modelo 98
5.3 P&D ÓTIMA 99
5.4 RESUMO 101
APÊNDICE: Solução para a participação de P&D 103
EXERCÍCIOS 104

MODELO SIMPLES DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO 105

6.1 MODELO BÁSICO 105
6.2 ANÁLISE DO ESTADO ESTACIONÁRIO 108
6.3 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA 111
6.4 ENTENDENDO AS DIFERENÇAS NAS TAXAS DE CRESCIMENTO 112
EXERCÍCIOS 114

INFRA-ESTRUTURA E DESEMPENHO ECONÔMICO DE LONGO PRAZO 116

7.1 PROBLEMA DO INVESTIMENTO EMPRESARIAL 117
7.2 DETERMINANTES DE *F* 118
7.3 DETERMINANTES DE Π 119
7.4 QUE INVESTIMENTOS FAZER? 121
7.5 EVIDÊNCIA EMPÍRICA 121
7.6 ESCOLHA DA INFRA-ESTRUTURA 126
7.7 MILAGRES E DESASTRES DE CRESCIMENTO 127
7.8 RESUMO 131
EXERCÍCIOS 131

8 TEORIAS ALTERNATIVAS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO 133

8.1 MODELO SIMPLES DE CRESCIMENTO ENDÓGENO: O MODELO "AK" 134
8.2 INTUIÇÃO E OUTROS MODELOS DE CRESCIMENTO 136
8.3 EXTERNALIDADES E MODELOS AK 138
8.4 AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO 140
8.5 O QUE É CRESCIMENTO ENDÓGENO? 142
EXERCÍCIOS 143

9 ENTENDENDO O CRESCIMENTO ECONÔMICO 144

9.1 POR QUE SOMOS TÃO RICOS E ELES TÃO POBRES? 144
9.2 QUAL É O MOTOR DO CRESCIMENTO ECONÔMICO? 145
9.3 COMO ENTENDER OS MILAGRES DO CRESCIMENTO? 146
9.4 CONCLUSÃO 147

APÊNDICE A REVISÃO MATEMÁTICA 148

A.1 DERIVADAS 148
A.1.1 Qual é o significado de $\dot{K}$ 148
A.1.2 O que é taxa de crescimento? 149
A.1.3 Taxas de crescimento e logaritmos naturais 150
A.1.4 "Logaritmos e derivadas" 151
A.1.5 Razões e taxas de crescimento 151
A.1.6 Δ Log *versus* variação percentual 152
A.2 INTEGRAÇÃO 153
A.2.1 Uma regra importante da integração 154
A.3 EQUAÇÕES DIFERENCIAIS SIMPLES 154
A.3.1 Juros compostos 157
A.4 MAXIMIZAÇÃO DE UMA FUNÇÃO 158
EXERCÍCIOS 160

APÊNDICE B DADOS SOBRE CRESCIMENTO ECONÔMICO 161

BIBLIOGRAFIA 166

ÍNDICE 170

PREFÁCIO

É difícil superestimar a importância do crescimento econômico. O aumento de mais de dez vezes na renda dos Estados Unidos no último século é resultado do crescimento econômico. Este também explica por que as rendas dos Estados Unidos e da Europa Ocidental são pelo menos trinta vezes maiores que a renda de muitos países da África subsaariana.

Nosso entendimento do crescimento econômico melhorou significativamente nos últimos quinze anos. Desde meados da década de 1980, o crescimento tem sido um dos campos de pesquisa mais ativos da teoria econômica. Contudo, embora desempenhem um papel no discurso acadêmico e na formação superior, os avanços da pesquisa não chegaram aos níveis de ensino de graduação. Essa negligência se deve, em parte, ao fato de que esses avanços têm sido discutidos principalmente em publicações acadêmicas. O resultado é um acúmulo de publicações fascinantes mas altamente técnicas, repletas de matemática, a linguagem moderna da economia.

Este livro traduz essas contribuições em linguagem mais acessível. As percepções fundamentais das teorias do crescimento, antigas e modernas, são explicadas com ênfase na economia em vez de na matemática. Não é necessário um conhecimento de matemática além do cálculo ensinado pela maioria das faculdades e universidades no primeiro semestre. Mais ainda, a maior parte da matemática necessária é apresentada com o modelo de Solow, no Capítulo 2; a análise dos capítulos seguintes apenas reutiliza essas ferramentas.[1]

Este livro é útil nos cursos de crescimento econômico em nível de graduação, bem como nos cursos de macroeconomia, macroeconomia avançada e desenvolvimento econômico. Os alunos de graduação podem considerá-lo também um recurso valioso para o acompanhamento dos tratamentos mais avançados encontrados nos artigos técnicos originais e em outras fontes de consulta. Finalmente, espero que meus colegas venham a descobrir uma ou mais percepções; sem dúvida, aprendi muito no processo de preparação dos originais.

---

[1] Duas simplificações-chave aumentam a compreensão do que se expõe neste livro. Primeiro, os modelos são apresentados sem otimização dinâmica. Segundo, a análise dos dados é feita sem recurso à econometria.

Sou muito grato a Robert Barro, Susanto Basu, Sunny Jones, Michael Kremer, Paul Romer, Xavier Sala-i-Martin, Bobby Sinclair, Terry Tao, John Williams e Alwyn Young pelo incentivo e pelos comentários feitos às primeiras versões do trabalho. Também agradeço à National Science Foundation pela bolsa CAREER (SBR-9510916), que me possibilitou ensinar crescimento econômico em cursos de graduação.

CHARLES I. JONES
Stanford University
Verão de 1997

1 INTRODUÇÃO: FATOS DO CRESCIMENTO ECONÔMICO

"Os erros decorrentes da ausência de fatos são muito mais numerosos e mais duradouros do que aqueles que resultam de um raciocínio infundado a respeito de dados verdadeiros."

– CHARLES BABBAGE, citado em Rosenberg (1994), p. 27.

"É um equívoco tentar fundamentar uma teoria apenas em grandezas observáveis... É a teoria que determina o que podemos observar."

– ALBERT EINSTEIN, citado em Heisenberg (1971), p. 63.

Durante uma palestra proferida no encontro anual de 1989 da American Economic Association, o renomado historiador econômico David S. Landes deu à sua intervenção a respeito da questão fundamental do crescimento e do desenvolvimento econômico o título "Por que somos tão ricos e eles tão pobres?"[1] Esta antiga pergunta tem preocupado os economistas há séculos. A questão fascinou tanto os economistas clássicos, que está no título do famoso tratado de Adam Smith *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. E foi a previsão equivocada de Thomas Malthus, no início do século XIX, acerca das perspectivas futuras do crescimento econômico que levou a disciplina a ser reconhecida pelo epíteto de "ciência lúgubre".

O exame moderno desse tema pelos macroeconomistas data dos anos 1950 e da publicação de dois artigos famosos de Robert Solow, do Massachusetts Institute of Technology. As teorias de Solow ajudaram a esclarecer o papel da acumulação de capital físico e destacaram a importância do progresso

[1] Ver Landes (1990).

técnico como o motor fundamental do crescimento econômico sustentado. Durante os anos 1960 e, em menor extensão, nos anos 1970, o estudo do crescimento econômico floresceu.[2] Contudo, por motivos metodológicos, aspectos importantes da investigação teórica da mudança tecnológica foram adiados.[3]

No início dos anos 1980, o trabalho desenvolvido por Paul Romer e por Robert Lucas na Universidade de Chicago reacendeu o interesse dos macroeconomistas pelo crescimento econômico ao destacar a economia das "idéias" e do capital humano. Tirando partido dos novos avanços na teoria da concorrência imperfeita, Romer apresentou aos macroeconomistas a economia da tecnologia. Seguindo essa evolução teórica, o trabalho empírico de vários economistas, como Robert Barro, da Harvard University, conseguiu quantificar e testar as teorias do crescimento. Tanto a teoria quanto o trabalho empírico continuaram despertando o interesse profissional nos anos 1990.

O objetivo deste livro é explicar e explorar as modernas teorias do crescimento econômico. Essa exploração é uma jornada empolgante, na qual encontraremos várias idéias que já conquistaram o Prêmio Nobel e várias outras que têm potencial para tanto. O livro tenta tornar acessível essa pesquisa de ponta aos leitores que tenham apenas os conhecimentos básicos de economia e cálculo.[4]

A abordagem deste livro é semelhante àquela aplicada pelos cientistas ao estudo da astronomia e da cosmologia. Assim como os economistas, os astrônomos não podem executar experiências controladas que são a marca da física e da química. Por isso a astronomia procede através de uma sucessão de observações e teoria que se influenciam mutuamente. Há a observação: planetas, estrelas e galáxias se encontram distribuídas no mundo de certa maneira. As galáxias se afastam e o universo parece estar povoado de modo esparso, com "grupos" de matéria de tanto em tanto. E então há a teoria: a teoria do Big-Bang, por exemplo, oferece uma explicação coerente para essas observações.

A mesma interação entre observação e teoria é usada para organizar este livro. Neste primeiro capítulo, delinearemos as amplas regularidades empíricas associadas ao crescimento e ao desenvolvimento. Quão ricos são os países ricos, quão pobres são os países pobres? A que velocidade crescem países ricos e pobres? O restante do livro é constituído das teorias que explicam essas observações. Nas limitadas páginas que estão à nossa frente, não dedicaremos muito espaço à experiência de países individuais, embora elas sejam muito importantes. Em vez disso, o objetivo é oferecer um quadro econômico geral para nos ajudar a entender o processo de crescimento e desenvolvimento.

[2] Uma lista sucinta dos que contribuíram para isso inclui Moses Abramovitz, Kenneth Arrow, David Cass, Tjalling Koopmans, Simon Kuznets, Richard Nelson, William Nordhaus, Edmund Phelps, Karl Shell, Eytan Sheshinski, Trevor Swan, Hirofumi Uzawa e Carl von Weizsacker.

[3] Romer (1994) oferece uma boa discussão a respeito desse ponto e da história da pesquisa sobre o crescimento econômico.

[4] O leitor com conhecimentos mais avançados poderá recorrer também ao excelente trabalho de Barro e Sala-i-Martin (1995).

Uma diferença crítica entre astronomia e economia, obviamente, é que o "universo" econômico pode ser potencialmente recriado pela política econômica. Diferentemente do relojoeiro que fabrica um relógio e então o deixa funcionando, os formuladores da política econômica estão sempre moldando a trajetória do crescimento e do desenvolvimento. Um pré-requisito para melhores políticas econômicas é um melhor entendimento do crescimento econômico.

1.1 DADOS DE CRESCIMENTO ECONÔMICO E DESENVOLVIMENTO

O mundo é formado por economias de todas as formas e tamanhos. Há os países muito ricos e há os muito pobres. Algumas economias crescem rapidamente e outras simplesmente não crescem. Por fim, muitas economias – na verdade, a maioria – se situam entre os dois extremos. Ao pensar em crescimento e desenvolvimento econômicos, é útil começar considerando os casos extremos: os ricos, os pobres e aqueles que se movem rapidamente entre eles. O restante deste capítulo apresenta a evidência empírica – os "fatos" – associada a essas categorias. As questões mais importantes do crescimento e do desenvolvimento se manifestarão naturalmente por si.

O Quadro 1.1 apresenta alguns dados básicos sobre crescimento e desenvolvimento em dezessete países. Concentraremos nossa exposição dos dados na renda *per capita* em vez de enfatizar informações como expectativa de vida, mortalidade infantil ou outros indicadores de qualidade de vida. A principal razão desse enfoque é que as teorias que desenvolveremos nos próximos capítulos serão formuladas em termos de renda *per capita*. Mais ainda, essa é uma "estatística sintética" útil acerca do nível de desenvolvimento econômico no sentido de que está altamente correlacionada com outros indicadores de qualidade de vida.[5]

Interpretaremos o Quadro 1.1 no contexto de alguns "fatos", a começar do primeiro:[6]

FATO # 1 Há uma grande variação entre as rendas *per capita* das economias. Os países mais pobres têm rendas *per capita* que são inferiores a 5% da renda *per capita* dos países mais ricos.

---

[5] Ver, por exemplo, o World Development Report, 1991, do Banco Mundial (Nova York, Oxford University Press, 1991).

[6] Muitos desses fatos foram expostos em outros livros. Ver especialmente Lucas (1988) e Romer (1989).

QUADRO 1.1 ESTATÍSTICAS DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

	PIB *per capita*, 1990 (em US$)	PIB por trabalhador, 1990 (em US$)	Taxa de participação da mão-de-obra, 1990 (%)	Taxa média anual de crescimento, 1960-90 (%)	Anos necessários para duplicar o PIB (%)
Países "ricos"					
EUA	18.073	36.810	0,49	1,4	51
Alemanha Ocidental	14.331	29.488	0,49	2,5	28
Japão	14.317	22.602	0,63	5,0	14
França	13.896	30.340	0,46	2,7	26
Reino Unido	13.223	26.767	0,49	2,0	35
Países "pobres"					
China	1.324	2.189	0,60	2,4	29
Índia	1.262	3.230	0,39	2,0	35
Zimbabwe	1.181	2.435	0,49	0,2	281
Uganda	554	1.142	0.49	–0,2	–281
"Milagres de crescimento"					
Hong Kong	14.854	22.835	0,65	5,7	12
Cingapura	11.698	24.344	0,48	5,3	13
Taiwan	8.067	18.418	0,44	5,7	12
Coréia do Sul	6.665	16.003	0,42	6,0	12
"Desastres de crescimento"					
Venezuela	6.070	17.469	0,35	–0,5	–136
Madagascar	675	1.561	0,43	–1,3	–52
Mali	530	1.105	0,48	–1,0	–70
Chade	400	1.151	0,35	–1,7	–42

Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, uma atualização de Summers e Heston (1991) e cálculos do autor.
Notas: Os dados relativos a PIB estão em dólares de 1985. A taxa de crescimento é a variação anual média do logaritmo do PIB por trabalhador. Um número negativo na coluna de "Anos necessários para duplicar o PIB" indica "anos para reduzir à metade".

A primeira seção do Quadro 1.1 registra o produto interno bruto (PIB) *per capita* em 1990, bem como outros dados, dos EUA e de vários outros países "ricos". Os Estados Unidos eram o país mais rico do mundo em 1990, com um PIB *per capita* de US$18.073 (em dólares de 1985), e se distanciavam dos demais por um montante significativo – em países como Japão e Alemanha Ocidental o PIB ficou em torno dos US$14.300.

Esses números são, à primeira vista, surpreendentes. Muitas vezes se lê nos jornais que os Estados Unidos estão ficando atrás de outros países, como Japão e Alemanha, em termos de renda *per capita*. Essas notícias de jornais podem, contudo, ser enganadoras, porque em geral são usadas taxas de câmbio de mercado. O PIB dos EUA é medido em dólares, enquanto o PIB do Japão é calculado em ienes. Como converter o iene em dólar a fim de poder fazer a comparação? Uma maneira é utilizar as taxas de câmbio vigentes. Por exemplo, em janeiro de 1997, a taxa de câmbio iene/dólar era de cerca de 120 ienes por dólar. Todavia, as taxas de câmbio podem ser extremamente voláteis. Pouco mais de um ano antes, a taxa de câmbio era de apenas 100 ienes por dólar. Qual dessas taxas é a "correta"? Obviamente, a escolha é muito importante: a 100 ienes por dólar, o Japão parecerá 20% mais rico do que a 120 ienes por dólar.

Em vez de confiar em taxas de câmbio prevalecentes para fazer comparações internacionais de PIB, os economistas tentam avaliar o valor real de uma moeda em termos da sua capacidade de comprar produtos semelhantes. O resultado desse fator de conversão é chamado, às vezes, de taxa de câmbio ajustada pela paridade do poder de compra. Por exemplo, a revista *Economist* publica um relatório anual de paridade do poder de troca (PPC) com base no preço de um sanduíche Big Mac, da rede de lanchonetes McDonald's. Se um Big Mac custa 2 dólares nos Estados Unidos e 300 ienes no Japão, então a taxa de câmbio calculada segundo a PPC baseada no Big Mac é de 150 ienes por dólar. Estendendo a aplicação desse método a um conjunto de diferentes bens, os economistas constroem uma taxa de câmbio que pode ser aplicada ao PIB. Esses cálculos sugerem que uma taxa de 150 ienes por dólar é um número melhor do que as taxas correntes de 100 ou 120 ienes por dólar.[7]

A segunda coluna do Quadro 1.1 registra um dado relacionado ao anterior, o PIB real por trabalhador, em 1990. A diferença entre as duas colunas está no denominador: a primeira divide o PIB de um país pela população inteira, enquanto a segunda o divide apenas pela mão-de-obra. A terceira coluna apresenta a participação da mão-de-obra – a razão entre a força de trabalho e a população – para mostrar a relação entre as duas primeiras colunas. Observe que, embora tivessem, em 1990, um PIB *per capita* parecido, o Japão e a Alemanha Ocidental apresentavam um PIB por trabalhador bem diferente. A taxa de participação da mão-de-obra é muito mais elevada no Japão do que nos outros países industrializados.

Qual das colunas deveríamos utilizar para comparar níveis de desenvolvimento? A resposta está na pergunta que estamos fazendo. Talvez o PIB *per capita* seja uma medida de bem-estar mais geral, porque nos diz qual o montante de produto disponível, por pessoa, para ser consumido, investido ou empregado de alguma outra maneira. Por outro lado, o PIB por trabalhador nos diz mais a respeito da produtividade da mão-de-obra. Nesse senti-

[7] *Economist*, 19 de abril de 1995, p. 74.

do, a primeira coluna pode ser considerada um indicador de bem-estar, enquanto a segunda seria uma medida de produtividade. Essa parece ser uma interpretação razoável dos dados, mas é também possível argumentar que o PIB por trabalhador é uma medida de bem-estar. As pessoas que não estão incluídas oficialmente na força de trabalho podem estar dedicadas à "produção no lar" ou podem trabalhar na economia subterrânea. Nenhuma dessas atividades é levada em conta no cálculo do PIB e, nesse caso, o produto aferido dividido pelo insumo de trabalho contabilizado pode mostrar-se mais acurado para as comparações de bem-estar. Neste livro, empregaremos com freqüência a expressão "renda *per capita*" como uma medida genérica de bem-estar, mesmo ao falar de PIB por trabalhador, se o contexto for claro. Contudo, qualquer que seja o indicador utilizado, o Quadro 1.1 nos informa um dos aspectos-chave do desenvolvimento econômico: quanto maior o "esforço" feito pela economia para a produção, tanto mais produto estará disponível. "Esforço", neste contexto, corresponde à taxa de participação da força de trabalho.

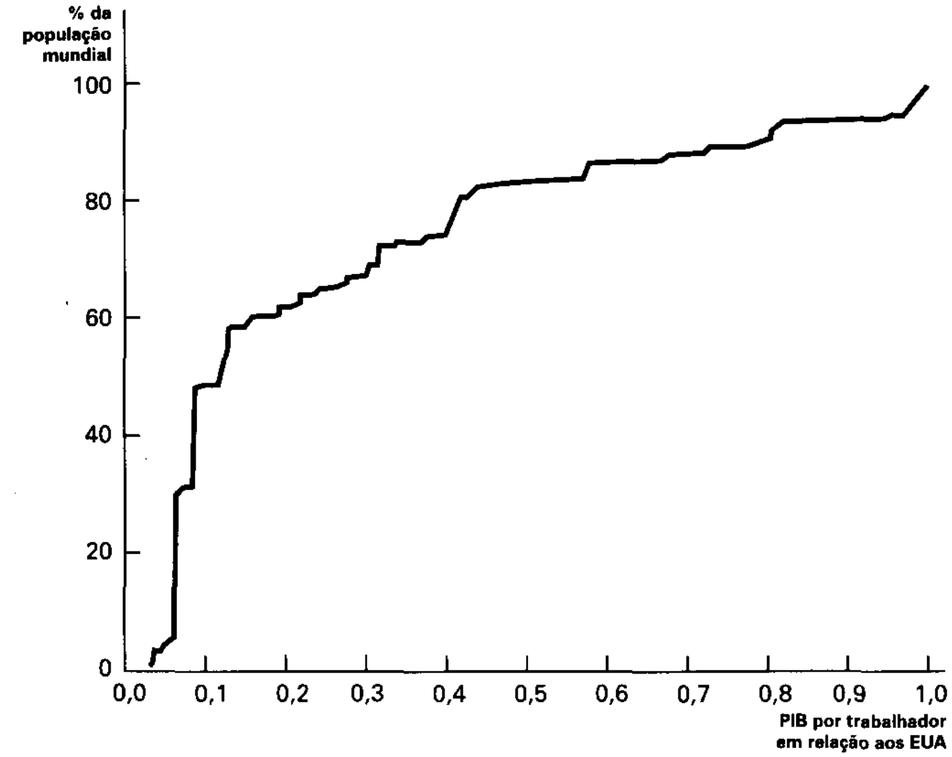
A segunda seção do Quadro 1.1 documenta a pobreza relativa e absoluta de algumas das economias mais pobres do mundo. A Índia e o Zimbabwe tinham, em 1990, um PIB *per capita* em torno de US$1.000, pouco mais de 5% do PIB dos EUA. Várias economias da África Subsaariana são ainda mais pobres: a renda *per capita* dos Estados Unidos é mais de 40 vezes maior do que a renda da Etiópia.

Para colocar esses números em perspectiva, vejamos outros indicadores. O trabalhador típico da Etiópia ou de Uganda deve trabalhar um mês e meio para ganhar o que recebe em um dia o trabalhador típico dos Estados Unidos. A expectativa de vida na Etiópia é de apenas dois terços daquela vigente nos Estados Unidos e a mortalidade infantil é vinte vezes mais elevada. Cerca de 40% do PIB são gastos com alimentação na Etiópia, contra cerca de 7% nos Estados Unidos.

Qual a proporção da população mundial que vive nesse patamar de pobreza? A Figura 1.1 responde a essa pergunta ao plotar em um gráfico a distribuição da população mundial em termos de PIB por trabalhador. Em 1988, cerca de metade da população mundial vivia em países com menos de 10% do PIB por trabalhador dos EUA. A maioria dessas pessoas vivia em apenas dois países: a China, com mais de um quinto da população mundial, tinha um PIB por trabalhador de menos de um quinze avos daquele dos EUA; a Índia, com um sexto da população mundial, tinha um PIB por trabalhador de menos de um décimo daquele dos Estados Unidos. Juntos, esses dois países respondem por cerca de 40% da população mundial. Já os 39 países da África subsaariana constituem menos de 10% da população mundial.

A Figura 1.2 mostra como essa distribuição mudou a partir de 1960. Em geral, a distribuição se tornou mais igual na medida em que a participação da população mundial que vive em países com um PIB por trabalhador de menos de 30% do PIB dos EUA se reduziu, em grande parte passando para a classe de 40% e de 50%. Dos países mais pobres, tanto a China quanto a Índia registraram um crescimento substancial do PIB por trabalhador, mesmo em relação aos Estados Unidos. A renda relativa da China aumentou de 4% do PIB dos EUA em 1960 para 6% em 1988 e a renda relativa da Índia passou de 7% do PIB dos EUA para 9%, no mesmo período.

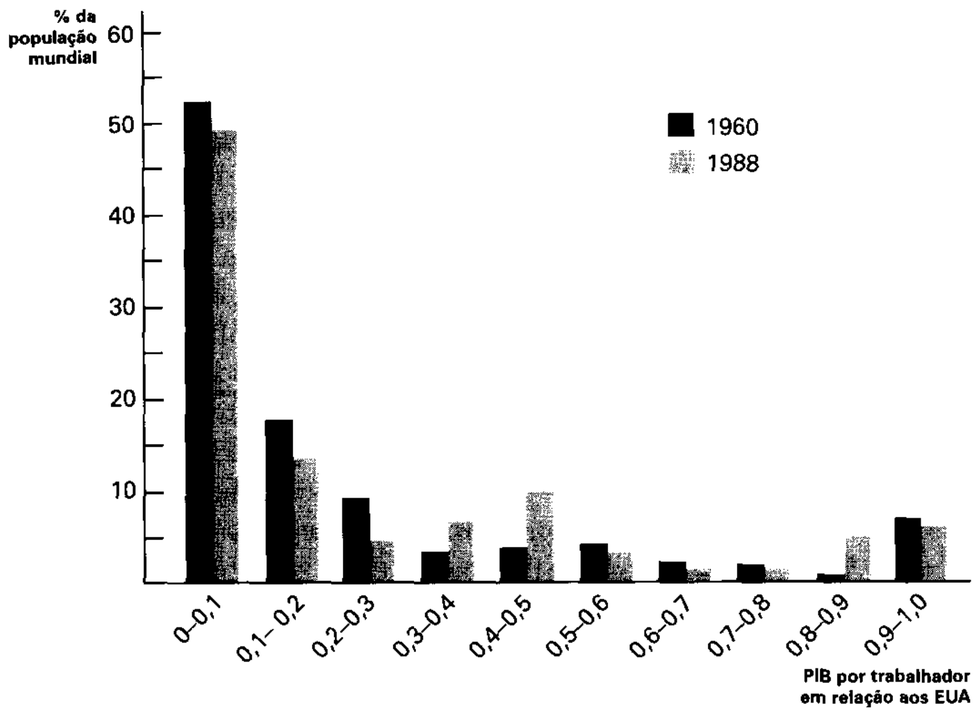
FIGURA 1.1 DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA DA POPULAÇÃO MUNDIAL SEGUNDO O PIB POR TRABALHADOR, 1988.



Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, Summers e Heston (1991).
Nota: Um ponto (x, y) no gráfico indica que o percentual da população mundial que vive em países com um PIB por trabalhador relativo menor do que x é igual a y. Foram incluídos no cálculo 140 países.

A terceira seção do Quadro 1.1 apresenta dados para vários países que estão passando do segundo grupo para o primeiro. Esses, chamados de países de industrialização recente (PIRs), são Hong Kong, Cingapura, Taiwan e Coréia do Sul. É interessante observar que, por volta de 1990, Hong Kong tinha uma renda *per capita* de US$14.854, maior do que a de todos os demais países industrializados, exceto os Estados Unidos. Esse PIB *per capita* era mais do que o dobro daquele da Coréia do Sul. Contudo, como ocorreu com o Japão, o elevado PIB *per capita* de Hong Kong é, em grande parte, decorrência da alta taxa de participação da mão-de-obra desse país. Em termos de PIB por trabalhador, o de Hong Kong é aproximadamente equivalente ao do Japão, bem inferior aos das outras economias industrializadas. Já Cingapura tem um PIB por trabalhador de US$24.344, superior até ao PIB por trabalhador do Japão.

FIGURA 1.2 POPULAÇÃO MUNDIAL SEGUNDO PIB POR TRABALHADOR, 1960 E 1988.



Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, Summers e Heston (1991).
Nota: O tamanho da amostra foi reduzido a 121 países para incluir os dados de 1960.

Uma característica importante desses PIRs é sua elevada taxa de crescimento, e isso nos leva ao próximo fato:

FATO # 2 As taxas de crescimento econômico variam substancialmente entre um país e outro.

As duas últimas colunas do Quadro 1.1 caracterizam o crescimento econômico. A quarta coluna registra a taxa média anual de variação em logaritmo (natural) do PIB por trabalhador de 1960 a 1990.[8] O crescimento do PIB por trabalhador dos EUA foi de apenas 1,4% ao ano entre 1960 e 1990. França, Alemanha Ocidental e Reino Unido cresceram um pouco mais rápido, enquanto o Japão registrou a significativa taxa de 5%. Os PIRs superaram até o Japão, exemplificando realmente o que se entende por um "milagre de crescimento". Os países mais pobres do mundo exibiram desempenhos variados. A China e a Índia, por exemplo, cresceram, entre 1960 e 1990, mais rapidamente do que os Estados Unidos, mas suas taxas de crescimento foram de menos de metade daquelas registradas pelos PIRs. Outros países em desenvolvimento, como Zimbabwe e Uganda, registraram pouco ou nenhum crescimento no período. Finalmente, as taxas de crescimento de alguns países foram negativas entre 1960 e 1990, o que explica a denominação que lhes foi aplicada, de "desastres de crescimento". De fato, a renda real caiu em países como a Venezuela, Madagascar e Chade, como mostra o último painel do Quadro 1.1.

Uma maneira interessante de interpretar essas taxas de crescimento foi apresentada por Robert E. Lucas Jr. em um artigo intitulado "On the Mechanics of Economic Development" (1988). Uma regra prática bastante conveniente usada por Lucas é a de que um país que cresce a uma taxa de g% ao ano dobrará sua renda *per capita* a cada $70/g$ anos.[9] De acordo com essa regra, o PIB por trabalhador dos EUA duplicará em cerca de 50 anos, enquanto o PIB por trabalhador japonês dobrará em cerca de 14 anos. Em outras palavras, se essas taxas de crescimento persistirem por duas gerações, o americano ou o indiano médios serão duas ou três vezes mais ricos que seus avós. O cidadão médio do Japão, de Hong Kong ou da Coréia do Sul seria cerca de *vinte* vezes mais rico que seus avós. Em um espaço moderado de tempo, pequenas diferenças nas taxas de crescimento podem levar a imensas diferenças nas rendas *per capita*.

FATO # 3 **As taxas de crescimento não são necessariamente constantes ao longo do tempo.**

Nos Estados Unidos e em muitos dos países mais pobres do mundo, as taxas de crescimento não mudaram muito nos últimos cem anos. Por outro lado, as taxas de crescimento aumentaram significativamente em países como o Japão e os PIRs. Uma maneira simples de verificar isso é observar que um país que cresce 5% com uma renda *per capita* em torno de US$10 mil não pode manter essa taxa por muito tempo. A renda *per capita* dobraria a cada catorze anos, significando que a renda *per capita* teria que ter sido inferior a US$250 cem anos antes. Se considerarmos esse montante como um nível de

---

[8] Ver Apêndice A para uma apresentação de como esse conceito de crescimento se relaciona com as variações percentuais.

[9] Seja $y(t)$ a renda *per capita* do período t e seja y_0 algum valor inicial da renda *per capita*. Então, $y(t) = y_0 e^{gt}$. O tempo levado para dobrar a renda *per capita* é dado pelo tempo t^* em que $y(t)=2y_0$. Portanto,

$$2y_0 = y_0 e^{gt^*}$$

$$\Rightarrow t^* = \frac{\log 2}{g}.$$

A regra prática é estabelecida quando se observa que $\log 2 \approx 0{,}7$. Ver Apêndice A para maiores esclarecimentos.

renda de subsistência, então os países não poderiam estar crescendo a 5% ao ano por muito tempo. Seguindo um raciocínio semelhante, pode-se imaginar que mesmo os modestos 2% dos países industrializados não se terão registrado por todo o tempo. As taxas de crescimento devem ter crescido em algum momento do passado.

Outra maneira de verificar que as taxas de crescimento não são constantes ao longo do tempo é observar alguns exemplos. A taxa de crescimento médio da Índia no período de 1960 a 1990 foi de 2% ao ano. Contudo, de 1960 a 1980 a taxa de crescimento foi de apenas 1,3% ao ano; durante os anos 1980, a taxa se acelerou para 3,4% ao ano. Cingapura não registrou um crescimento significativamente elevado até depois da década de 1950. As ilhas Maurício registraram um acentuado *declínio* do PIB por trabalhador de 1,2% ao ano nas duas décadas que se seguiram à de 1950. Contudo, de 1970 a 1990 o país cresceu a 3,6% ao ano. Como exemplo final pode-se observar que, segundo informações de várias fontes, a taxa de crescimento anual da China tem sido de cerca de 10% nos últimos anos. Essa taxa parece muito elevada para ser aceita sem mais nem menos, mas não há dúvida de que a economia chinesa recente tem registrado um crescimento acelerado.

A substancial variação nas taxas de crescimento tanto entre um país e outro quanto dentro de um mesmo país leva a um importante corolário dos Fatos 2 e 3. Este é tão importante que será também um fato:

FATO # 4 A posição relativa de um país na distribuição mundial da renda *per capita* não é imutável. Os países podem passar de "pobres" a "ricos", e vice-versa.[10]

1.2 OUTROS "FATOS CONSAGRADOS"

Os Fatos 1 a 4 se aplicam, de forma ampla, a todos os países do mundo. O próximo fato descreve alguns aspectos da economia dos EUA. Esses aspectos se revelarão muito importantes, como mostra o Capítulo 2. Eles são características gerais da maioria das economias "no longo prazo".

[10] Um exemplo clássico desta última situação é o da Argentina. Em fins do século XIX, a Argentina era um dos países mais ricos do mundo. Com uma base de recursos naturais impressionante e com uma infra-estrutura em rápido desenvolvimento, o país atraía investimentos estrangeiros e imigrantes em larga escala. Contudo, por volta de 1990, a renda *per capita* da Argentina era de apenas um terço daquela dos Estados Unidos. Carlos Diaz-Alejandro (1970) oferece uma discussão clássica da história econômica da Argentina.

FATO # 5 No último século, nos Estados Unidos,

1. a taxa de retorno real sobre o capital, r, não mostra tendência crescente ou decrescente;
2. as participações da renda destinada ao capital, rK/Y, e à mão-de-obra, wL/Y, não apresentam tendência; e
3. a taxa de crescimento médio do produto *per capita* tem sido positiva e constante ao longo do tempo – isto é, os Estados Unidos apresentam um crescimento da renda *per capita* estável e sustentado.

Esse fato estilizado, na verdade um conjunto de fatos, foi, em grande parte, extraído de uma palestra proferida por Nicholas Kaldor em uma conferência sobre acumulação de capital que teve lugar em 1958 (Kaldor, 1961). Kaldor, seguindo o conselho de Charles Babbage, começou sua palestra afirmando que o teórico da economia deveria começar por um resumo dos fatos "consagrados" que se supõe sejam explicados pela teoria.

O primeiro fato mencionado por Kaldor – que a taxa de retorno sobre o capital é praticamente constante – é visualizado de modo mais adequado quando se observa que a taxa de juros real sobre a dívida pública da economia dos EUA não apresenta tendência. Sem dúvida, não observamos diretamente a taxa de juros real, mas é possível subtrair da taxa de juros nominal a taxa de inflação corrente ou esperada, e constatar o fato.

O segundo fato refere-se ao pagamento aos fatores de produção, que podemos agrupar em capital e trabalho. No caso dos Estados Unidos, é possível calcular a participação da mão-de-obra no PIB calculando o montante de salários e ordenados e a renda dos autônomos como parcela do PIB.[11] Esses cálculos revelam que a participação da mão-de-obra tem sido relativamente constante ao longo do tempo, situando-se em torno de 0,7. Se estivéssemos considerando um modelo com dois fatores, e se imaginarmos que não há lucros econômicos no modelo, então a parcela do capital é simplesmente 1 menos a parcela da força de trabalho, ou 0,3. Esses primeiros dois fatos implicam que a razão capital/produto, K/Y, é aproximadamente constante nos EUA.

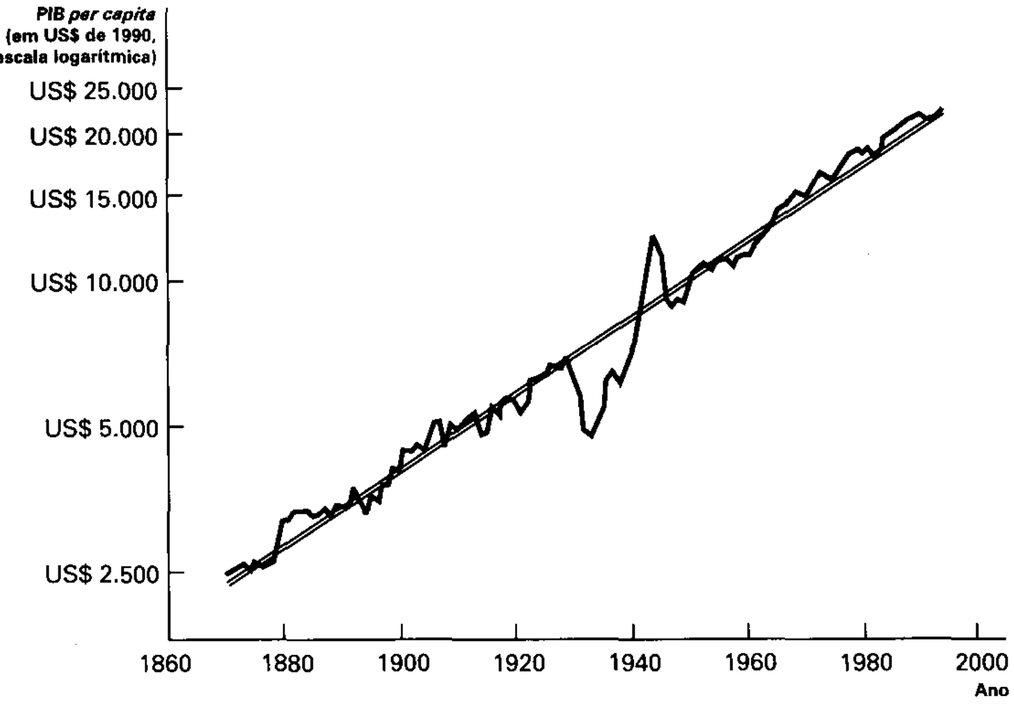
O terceiro fato é uma reinterpretação de um dos fatos consagrados de Kaldor, ilustrado pela Figura 1.3. Esse gráfico plota o PIB *per capita* (em escala logarítmica) dos Estados Unidos no período de 1870 a 1994. A linha de tendência no gráfico sobe a uma taxa de 1,8% ao ano e a constância relativa da taxa de crescimento pode ser vista ao observarmos que, afora as altas e baixas dos ciclos econômicos, essa trajetória constante da taxa de crescimento se "ajusta" muito bem aos dados.

[11] Esses dados estão registrados nas Contas de Renda e Produto dos EUA. Ver, por exemplo, Council of Economic Advisors (1997).

FATO # 6 O crescimento do produto e o crescimento do volume do comércio internacional estão estreitamente relacionados.

A Figura 1.4 documenta a relação próxima entre o crescimento do produto de um país (PIB) e o crescimento do seu volume de comércio. Aqui definimos o volume de comércio como a soma de exportações e importações, mas um gráfico similar poderia ser construído a partir de qualquer um dos componentes do comércio. Observe que, no caso de muitos países, o volume de comércio tem aumentado a uma velocidade maior do que o PIB; a participação de importações e exportações no PIB, de modo geral, aumentou em todo o mundo a partir de 1960.[12]

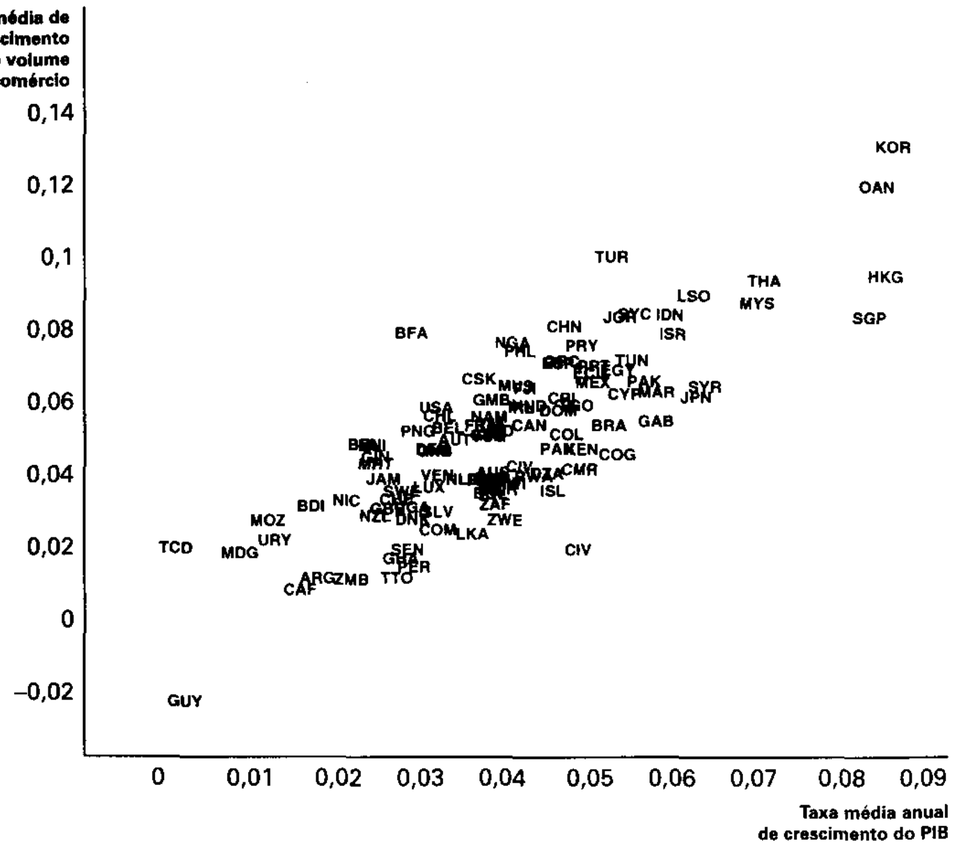
FIGURA 1.3 PIB REAL *PER CAPITA* NOS EUA, 1870-1994.



Fonte: Maddison (1995) e cálculos do autor.

A relação entre comércio e desempenho econômico é complicada. Algumas economias, como Hong Kong, Cingapura e Luxemburgo, floresceram como "centros comerciais" regionais. A razão de intensidade de comércio – soma de exportações e importações dividida pelo PIB – dessas economias *supera* os 150%. Como isso é possível? Essas economias importam produtos não-acabados, adicionam valor ao completar o processo de produção e então reexportam o resultado. Naturalmente, o PIB só é gerado nessa segunda etapa. Um componente substancial do sólido desempenho do crescimento nessas economias está associado a um aumento na intensidade de comércio.

FIGURA 1.4 CRESCIMENTO DO COMÉRCIO E DO PIB, 1960-90.



Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, Summers e Heston (1991).
Alguns gráficos apresentam dificuldades inevitáveis de leitura em certos pontos, motivo pelo qual, com autorização do autor, mantivemo-nos fiéis à edição original. (N.E.)

Por outro lado, a intensidade de comércio no Japão na verdade caiu de cerca de 21% em 1960 para cerca de 18% em 1992, apesar do rápido crescimento *per capita*. E quase todos os países da África subsaariana têm intensidades de comércio maiores do que o Japão. Vários desses países também registraram aumento na intensidade de comércio de 1960 a 1990, apesar do fraco desempenho em termos de crescimento econômico.

FATO # 7 Trabalhadores qualificados e não-qualificados tendem a migrar de países ou regiões pobres para países ou regiões ricas.

[12] A respeito desse ponto, é interessante observar que a economia mundial era muito aberta ao comércio internacional antes da Primeira Guerra Mundial. Jeffrey Sachs e Andrew Warner (1995) argumentam que boa parte da liberalização do comércio efetivada a partir da Segunda Guerra Mundial, pelo menos até os anos 1980, apenas recuperou a natureza global dos mercados vigente em 1900.

Robert Lucas destacou esse fato consagrado em seu artigo que mencionamos anteriormente. A evidência desse fato pode ser encontrada na presença de restrições à imigração nos países ricos. Essa é uma observação importante, porque esses movimentos da força de trabalho, que muitas vezes têm custos bastante altos, nos dizem algo a respeito dos salários reais. Os retornos à mão-de-obra tanto qualificada quanto não-qualificada devem ser *mais elevados* nas regiões de renda alta do que nas regiões de renda baixa. De outro modo, os trabalhadores não estariam dispostos a arcar com os altos custos da migração. Em termos de trabalho qualificado, isso apresenta um interessante quebra-cabeça. Tudo indica que o trabalho qualificado é escasso nas economias em desenvolvimento e as teorias elementares nos dizem que os retornos aos fatores são maiores quando os fatores são escassos. Por que, então, a mão-de-obra qualificada não migra dos Estados Unidos para o Zaire?

1.3 O RESTANTE DO LIVRO

O restante deste livro examina três questões fundamentais para o crescimento e o desenvolvimento econômicos.

A primeira é aquela feita no início do capítulo: por que somos tão ricos e eles tão pobres? É uma questão em torno de níveis de desenvolvimento e distribuição mundial de rendas *per capita*. Esse tópico é analisado nos Capítulos 2 e 3 e revisto no Capítulo 7.

A segunda pergunta é: qual o motor do crescimento econômico? Como é que economias registram um crescimento sustentado no produto por trabalhador durante um século ou mais? Por que os Estados Unidos cresceram 1,8% ao ano a partir de 1870? A resposta a essas perguntas está no *progresso tecnológico*. O entendimento de por que o progresso tecnológico ocorre e como um país como os Estados Unidos pode registrar um crescimento sustentado é o tema dos Capítulos 4 e 5.

A pergunta final refere-se aos *milagres de crescimento*. Como é que economias como o Japão de depois da Segunda Guerra Mundial e, mais recentemente, Hong Kong, Cingapura e Coréia do Sul conseguiram transformar-se tão rapidamente de "pobres" em "ricas"? Essas transformações, como num conto de fadas, estão no cerne do crescimento e do desenvolvimento econômicos. Os Capítulos 6 e 7 apresentam uma teoria que integra os modelos dos capítulos anteriores. O Capítulo 8 expõe teorias alternativas do crescimento econômico e o Capítulo 9 oferece algumas conclusões.

Dois apêndices completam este livro. O Apêndice A faz uma revisão da matemática utilizada neste livro.[13] O Apêndice B apresenta um conjunto de dados analisados ao longo do livro. Os códigos de países utilizados em gráficos como a Figura 1.4 também estão aí apresentados.

Os fatos que examinamos neste capítulo indicam que não formulamos essas perguntas apenas por curiosidade intelectual. As respostas são a chave para o alastramento de um rápido crescimento econômico. De fato, a recente experiência do Leste da Ásia sugere que esse crescimento tem o poder de transformar padrões de vida no decorrer de uma única geração. Ao rever essas evidências na Conferência Marshall, na Cambridge University, em 1985, Robert E. Lucas Jr. expressou o sentimento que estimulou a pesquisa sobre o crescimento econômico na década seguinte:

> Não vejo como se pode olhar dados como esses sem sentir que eles representam possibilidades. Há alguma coisa que o governo da Índia poderia fazer para levar a economia de seu país a crescer como as economias da Indonésia ou do Egito? E, havendo, o quê exatamente? Se não, o que há na "natureza da Índia" que a torna assim? As conseqüências para o bem-estar humano envolvidas nessas questões são simplesmente incríveis: uma vez que se começa a pensar nelas, é difícil pensar em qualquer outra coisa (Lucas, 1988, p. 5).

[13] Aos leitores pouco familiarizados com cálculo, equações diferenciais e matemática do crescimento recomendamos ler o Apêndice A antes de passar à leitura do próximo capítulo.

2 O MODELO DE SOLOW

> Toda teoria depende de hipóteses que não são totalmente verdadeiras. É isso que a faz teoria. A arte de bem teorizar é fazer as inevitáveis hipóteses simplificadoras de tal maneira que os resultados finais não sejam muito sensíveis.
>
> – ROBERT SOLOW (1956), p. 65.

Em 1956, Robert Solow publicou um artigo seminal sobre o crescimento e o desenvolvimento econômicos intitulado "A Contribution to the Theory of Economic Growth". Por esse trabalho e pelas subseqüentes contribuições à nossa compreensão do crescimento econômico, Solow foi contemplado com o Prêmio Nobel de Economia em 1987. No presente capítulo, desenvolveremos o modelo proposto por Solow e exploraremos sua capacidade de explicar os fatos consagrados a respeito do crescimento e do desenvolvimento apresentados no Capítulo 1. Como veremos, esse modelo oferece uma importante base para o entendimento do motivo pelo qual muitos países são vigorosamente ricos enquanto outros são empobrecidos.

Seguindo o conselho de Solow na citação acima, levantaremos várias hipóteses que parecerão heróicas. Contudo, esperamos que essas hipóteses simplificadoras não distorçam em demasia, para os nossos propósitos, o quadro do mundo que criaremos. Por exemplo, o mundo que consideraremos neste capítulo será formado por países que produzem e consomem um único bem homogêneo (*produto*). Em termos conceituais, bem como para testar o modelo usando dados empíricos, é conveniente pensar nesse produto como unidades do Produto Interno Bruto, ou PIB, de um país. Uma implicação dessa hipótese simplificadora é que não há comércio internacional no modelo porque há apenas um bem: dou-lhe um autógrafo de Joe DiMaggio, de 1941, em troca de ... seu autógrafo de Joe DiMaggio? Outra hipótese do modelo é que a tecnologia é exógena – isto é, a tecnologia disponível para as empresas nesse mundo simples não é afetada pelas ações das empresas, incluindo pesquisa e desenvolvimento (P&D). Mais adiante, relaxaremos essas hipóteses, mas por enquanto, e para Solow, elas funcionam. A economia tem feito muitos progressos criando um mundo muito simples e, então, observando como ele funciona e deixa de funcionar.

Antes de apresentar o modelo de Solow, vale a pena voltar atrás para considerar o que é um modelo e para que ele serve. Na teoria econômica moderna, um modelo é uma representação matemática de algum aspecto da economia. É mais fácil pensar nos modelos como economias de brinquedo povoadas por robôs. Sabemos exatamente como os robôs se comportam, maximizando a sua própria utilidade. Também especificamos as restrições a que os robôs se sujeitam ao buscar maximizar sua utilidade. Por exemplo, os robôs que povoam nossa economia podem querer consumir a maior quantidade possível de produto, mas estão limitados pela quantidade de produto que geram com as tecnologias disponíveis. Os melhores modelos são, com freqüência, muito simples, mas transmitem grandes percepções acerca do funcionamento do mundo. Pense no caso da oferta e da demanda, na microeconomia. Essa ferramenta básica tem uma eficácia notável na previsão da resposta dos preços e quantidades de itens tão diversos quanto cuidados com a saúde, computadores e armas nucleares às mudanças do ambiente econômico.

Com esse entendimento de como e por que os economistas desenvolvem modelos, faremos uma pausa para destacar algumas das principais hipóteses que utilizaremos até os capítulos finais do livro. Em vez de escrever as funções de utilidade a serem maximizadas pelos robôs de nossa economia, sintetizaremos os resultados da maximização de utilidade com regras elementares a que os robôs obedecerão. Por exemplo, um problema comum na economia está na decisão que as pessoas têm de tomar entre quanto consumir hoje e quanto poupar para consumir no futuro. Ou a decisão de por quanto tempo freqüentar a escola para acumular qualificações e quanto tempo permanecer no mercado de trabalho. Em vez de formular esses problemas explicitamente, vamos supor que as pessoas poupem uma fração constante de sua renda e gastem parte constante do seu tempo acumulando qualificações. São simplificações extremamente úteis; sem elas seria muito difícil resolver os modelos sem recorrer a técnicas matemáticas avançadas. Para grande parte das finalidades, essas são hipóteses adequadas a uma primeira aproximação do entendimento do crescimento econômico. Contudo, fique tranqüilo, a partir do Capítulo 7 essas hipóteses serão relaxadas.

2.1 MODELO BÁSICO DE SOLOW

O modelo de Solow é construído em torno de duas equações, uma função de produção e uma equação de acumulação de capital. A função de produção

descreve como insumos como escavadeiras mecânicas, semicondutores, engenheiros e operários se combinam para gerar produto. Para simplificar o modelo, agruparemos esses insumos em duas categorias: capital, K, e trabalho, L, e chamaremos o produto de Y. A *função de produção* será a Cobb-Douglas e será dada por

$$Y = F(K,L) = K^{\alpha}L^{1-\alpha}, \tag{2.1}$$

onde α é qualquer número entre 0 e 1.[1] Observe que essa função de produção apresenta retornos constantes à escala: se todos os insumos forem duplicados, o produto dobrará.[2]

As empresas nessa economia pagam aos trabalhadores um salário, w, a cada unidade de trabalho, e um aluguel, r, a cada unidade de capital em um período. Imaginaremos que há um grande número de empresas, de modo que vigora a concorrência perfeita e as empresas são tomadoras de preço.[3] Normalizando o preço do produto em nossa economia para a unidade, as empresas maximizadoras de lucro resolvem o seguinte problema:

$$\max_{K,L} F(K,L) - rK - wL.$$

De acordo com as condições de primeira ordem para esse problema, as empresas irão contratar mão-de-obra até que o produto marginal da mão-de-obra seja igual ao salário e arrendar capital até que o produto marginal seja igual ao preço do aluguel:

$$w = \frac{\partial F}{\partial L} = (1-\alpha)\frac{Y}{L},$$

$$r = \frac{\partial F}{\partial K} = \alpha\frac{Y}{K}.$$

[1] Charles Cobb e Paul Douglas (1928) propuseram essa forma funcional em sua análise da indústria de transformação dos EUA. É interessante notar que eles argumentaram que essa função de produção, com um valor de ¼ para α, se ajustava muito bem aos dados sem considerar progresso tecnológico

[2] Recorde que, se $F(\alpha K, \alpha L) = \alpha Y$ para qualquer $a > 1$, então dizemos que a função de produção apresenta retornos constantes à escala. Se $F(\alpha K, \alpha L) > \alpha Y$, então a função de produção registrará *retornos crescentes à escala*, e se o sentido da desigualdade for invertido, os *retornos à escala serão decrescentes*.

[3] Na microeconomia, como se recorda, aprendemos que, com retornos constantes à escala, o número de empresas é indeterminado, isto é, não é fixado pelo modelo.

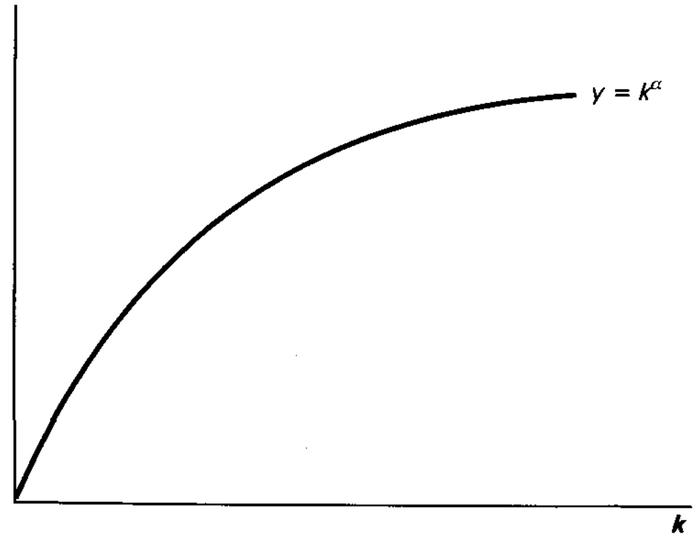
Observe que $wL + rK = Y$. Isto é, os pagamentos aos insumos ("pagamentos aos fatores") exaurem totalmente o valor do produto gerado, de modo que não podem ser auferidos lucros econômicos. Esse importante resultado é uma propriedade geral de funções de produção com retornos à escala constante.

Lembre-se que no Capítulo 1 foi mencionado que os fatos consagrados que estamos interessados em explicar envolvem o produto por trabalhador ou o produto *per capita*. Com isso em mente, podemos reescrever a função de produção da equação (2.1) em termos de produto por trabalhador, $y \equiv Y/L$, e de capital por trabalhador, $k \equiv K/L$:

$$y = k^{\alpha}. \tag{2.2}$$

Essa função de produção está representada graficamente na Figura 2.1. Com mais capital por trabalhador, as empresas geram mais produto por trabalhador. Contudo, há retornos decrescentes ao capital por trabalhador; a cada unidade adicional de capital que damos a um trabalhador, o produto gerado por esse trabalhador cresce menos e menos.

FIGURA 2.1 FUNÇÃO DE PRODUÇÃO COBB-DOUGLAS.



A segunda equação fundamental do modelo de Solow é uma equação que descreve como o capital se acumula. Ela é dada por

$$\dot{K} = sY - dK. \tag{2.3}$$

Esse tipo de equação será usado ao longo deste livro e é muito importante, de modo que nos deteremos por alguns instantes para explicar cuidadosamente o que ela nos diz. De acordo com esta equação, a variação no estoque de capital, $\dot{K}$, é igual ao montante do investimento bruto, sY, menos o montante da depreciação que ocorre durante o processo produtivo, dK. Explanaremos esses três termos com mais pormenores.

O termo do lado esquerdo da equação (2.3) é a versão contínua no tempo de $K_{t+1} - K_t$, isto é, a variação no estoque de capital por "período". Usamos a notação de "ponto"[4] para indicar a derivada com relação ao tempo.:

$$\dot{K} \equiv \frac{dK}{dt}.$$

O segundo termo da equação (2.3) representa o investimento bruto. De acordo com Solow, supomos que os trabalhadores/consumidores poupam uma fração constante, s, de sua renda combinada de salários e aluguéis, $Y = wL + rK$. A economia é fechada, de modo que a poupança é igual ao investimento, e a única utilização do investimento nessa economia é a acumulação de capital. Os consumidores, então, alugam esse capital para as empresas, que o utilizam na produção, como foi dito anteriormente.

O terceiro termo da equação (2.3) reflete a depreciação do estoque de capital que ocorre durante a produção. A forma funcional padrão aqui empregada implica que uma fração constante, d, do estoque de capital se deprecia a cada período (qualquer que seja a quantidade produzida). Por exemplo, freqüentemente admitimos que $d = 0{,}05$, de modo que 5% das máquinas e instalações da economia do nosso modelo se desgastam a cada ano.

Para estudar a evolução do produto *per capita* dessa economia, reescrevemos a equação da acumulação de capital em termos de capital *per capita*. Então, a função de produção da equação (2.2) nos dirá a quantidade de produto *per capita* gerado por qualquer estoque de capital *per capita* existente na economia. Isto é feito mais facilmente por meio de um simples macete matemático que é usado muitas vezes no estudo do crescimento. O macete matemático é "tirar os logaritmos e então derivar" (ver Apêndice A para maiores explicações). A seguir, mostramos dois exemplos de como isso é feito.

Exemplo 1:

$$k \equiv K/L \Rightarrow \log k = \log K - \log L$$

$$\Rightarrow \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}.$$

[4] O Apêndice A explica o significado dessa notação em mais detalhes.

Exemplo 2:

$$y = k^{\alpha} \Rightarrow \log y = \alpha \log k$$

$$\Rightarrow \frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k}.$$

Aplicando o Exemplo 1 à equação (2.3) podemos reescrever a equação da acumulação de capital em termos de capital por trabalhador. Antes de prosseguir, porém, vejamos a taxa de crescimento da força de trabalho, $\dot{L}/L$. Uma hipótese importante que manteremos ao longo da maior parte do livro é que a taxa de participação da força de trabalho é constante e que a taxa de crescimento populacional é dada pelo parâmetro n.[5] Isto implica que a taxa de crescimento da força de trabalho, $\dot{L}/L$, também é dada por n. Se $n = 0{,}01$, então a população e a força de trabalho estão crescendo 1% ao ano. Esse crescimento exponencial pode ser expresso na relação

$$L(t) = L_0 e^{nt}.$$

Tirando os logaritmos e derivando, qual é o resultado?
Agora estamos prontos para combinar o Exemplo 1 e a equação (2.3):

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{sY/L}{K/L} - n - d$$

$$= \frac{sy}{k} - n - d.$$

Isso resulta na equação de acumulação de capital em termos por trabalhador:

$$\dot{k} = sy - (n + d)k.$$

Esta equação diz que a variação no capital por trabalhador é determinada, a cada período, por três termos. Dois deles são análogos aos da equação de acumulação de capital original. O investimento por trabalhador, sy, au-

[5] Muitas vezes é conveniente, ao descrever o modelo, supor que a taxa de participação da força de trabalho é a unidade, isto é, que todos os componentes da população são também trabalhadores.

menta k, enquanto a depreciação por trabalhador, dk, reduz k. O termo novo nessa equação é uma redução em k devida ao crescimento populacional, o termo nk. A cada período aparecem nL novos trabalhadores que não existiam no período anterior. Se não houver novos investimentos nem depreciação, o capital *por trabalhador* se reduzirá devido ao aumento na força de trabalho. O montante da redução será exatamente nk, como se pode ver fazendo $\dot{K}$ igual a zero no Exemplo 1.

2.1.1 O diagrama de Solow

Já derivamos as duas equações fundamentais do modelo de Solow em termos de produto por trabalhador e de capital por trabalhador. Essas equações são

$$y = k^{\alpha} \tag{2.4}$$

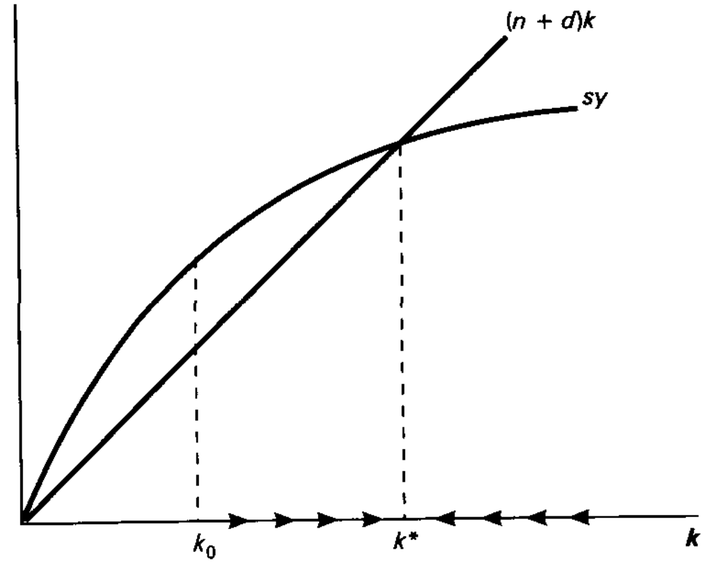
e

$$\dot{k} = sy - (n + d)k. \tag{2.5}$$

Agora estamos prontos para fazer importantes perguntas ao nosso modelo. Por exemplo, uma economia começa com um dado estoque de capital por trabalhador, k_0, e taxa de crescimento populacional, taxa de depreciação e taxa de investimento dadas. Como evolui ao longo do tempo, nessa economia, o produto por trabalhador – isto é, quanto cresce a economia? E o que acontece, no longo prazo, com o produto por trabalhador quando estamos comparando duas economias com diferentes taxas de investimento?

Essas questões são analisadas mais facilmente quando observamos um diagrama de Solow, mostrado na Figura 2.2. O gráfico de Solow consiste em duas curvas, plotadas como funções da razão capital/trabalho, k. A primeira curva é o montante de investimento *per capita*, $sy = sk^{\alpha}$. Esta curva tem a mesma forma da função de produção apresentada na Figura 2.1, mas é reduzida pelo fator s. A segunda curva é a linha constante $(n + d)k$, que representa o novo investimento *per capita* necessário para manter constante o montante de capital por trabalhador – tanto a depreciação quanto o crescimento da força de trabalho tendem a reduzir o montante de capital *per capita* da economia. Quando essa mudança é positiva e a economia está aumentando seu capital por trabalhador, dizemos que está ocorrendo um *aprofundamento do capital*. Quando a mudança é zero mas o estoque de capital real, K, está crescendo (em decorrência do crescimento populacional), dizemos que ocorre apenas um *alargamento de capital*.

FIGURA 2.2 O DIAGRAMA BÁSICO DE SOLOW.

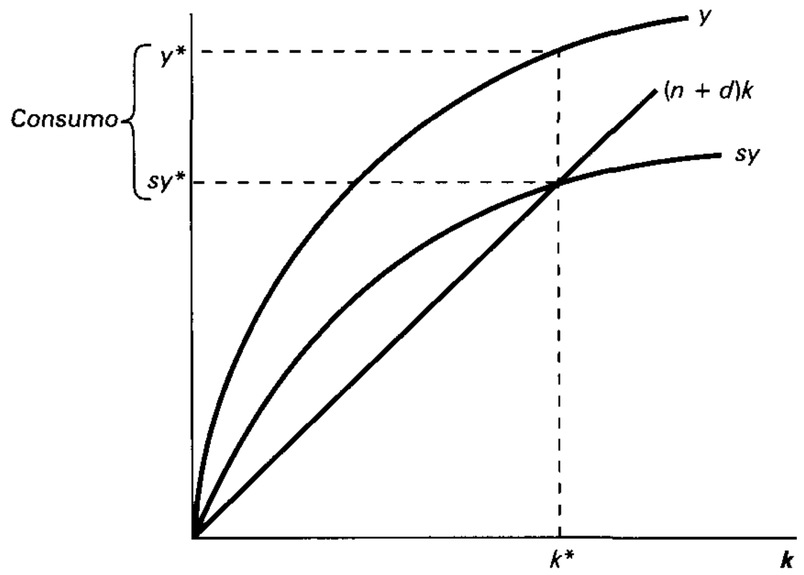


Para considerar um exemplo específico, imagine uma economia que tenha, hoje, um montante de capital igual a k_0, como mostra a Figura 2.2. O que acontece ao longo do tempo? Em k_0, o montante de investimento por trabalhador é superior ao necessário para se manter constante o capital por trabalhador, de modo que se verifica um aprofundamento do capital – isto é, k aumenta ao longo do tempo. Esse aprofundamento do capital continuará até que $k = k^*$, ponto em que $sy = (n + d)k$, de modo que $\dot{k} = 0$. Nesse ponto, o montante de capital por trabalhador permanece constante, e chamamos tal ponto de *estado estacionário*.

O que ocorreria se, no momento inicial, o estoque de capital por trabalhador fosse maior que k^*? Em pontos à direita de k^*, na Figura 2.2, o montante de investimento suprido pela economia é menor que o necessário para manter constante a razão capital-trabalho inicial. O termo $\dot{k}$ é negativo, e, portanto, o montante de capital por trabalhador começa a cair. Essa queda prossegue até que o capital por trabalhador se reduza a k^*.

Observe que o gráfico de Solow determina o valor do capital por trabalhador no estado estacionário. A função de produção da equação (2.4) determina então o valor do produto por trabalhador no estado estacionário, y^*, como função de k^*. Às vezes é conveniente incluir a função de produção no próprio gráfico de Solow para determinar esse ponto claramente. Isto é feito na Figura 2.3. Observe que o consumo por trabalhador no estado estacionário é dado, então, pela diferença entre o produto por trabalhador no estado estacionário, y^*, e o investimento por trabalhador no estado estacionário, sy^*.

FIGURA 2.3 DIAGRAMA DE SOLOW E A FUNÇÃO DE PRODUÇÃO.



2.1.2 Estática comparativa

A estática comparativa é usada para examinar a resposta do modelo a mudanças nos valores de seus vários parâmetros. Nesta seção, veremos o que acontece com a renda *per capita* em uma economia que se encontra inicialmente no estado estacionário e passa então por um "choque". Os choques que consideraremos aqui são um aumento na taxa de investimento, s, e um aumento na taxa de crescimento populacional, n.

Um aumento na taxa de investimento Imagine uma economia que atingiu o estado estacionário para o valor do produto por trabalhador. Suponha agora que os consumidores dessa economia decidam aumentar a taxa de investimento, permanentemente, de s para um valor s'. O que acontece nesse caso com k e y?

Encontramos a resposta na Figura 2.4. O aumento na taxa de investimento desloca para cima a curva sy, que vai para $s'y$. Dado o valor corrente do estoque de capital, k^*, o investimento por trabalhador é agora superior ao montante necessário para manter constante o capital por trabalhador, e, portanto, se reinicia um aprofundamento do capital. Esse aprofundamento prossegue até o ponto em que $s'y = (n + d)k$ e o estoque de capital por trabalhador aumenta para k^{**}. De acordo com a função de produção, sabemos que esse nível mais elevado de capital por trabalhador estará associado a um maior produto *per capita*; a economia se tornou mais rica do que era antes.

Um aumento na taxa de crescimento populacional Vejamos agora outro exercício. Imagine que a economia alcançou seu estado estacionário, mas em decorrência de um aumento da imigração – por exemplo, a taxa de crescimento populacional aumenta de n para n'. O que ocorre com k e y nessa economia?

A Figura 2.5 apresenta graficamente a resposta. A curva $(n + d)k$ se desloca para a esquerda e se torna mais ascendente, passando para a nova curva $(n' + d)k$. Dado o montante corrente do estoque de capital, k^*, e o aumento da

FIGURA 2.4 UM AUMENTO NA TAXA DE INVESTIMENTO.

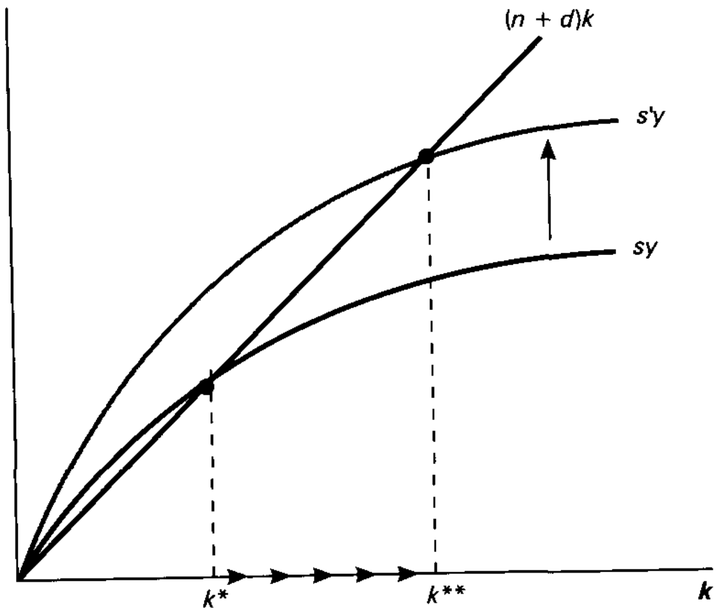
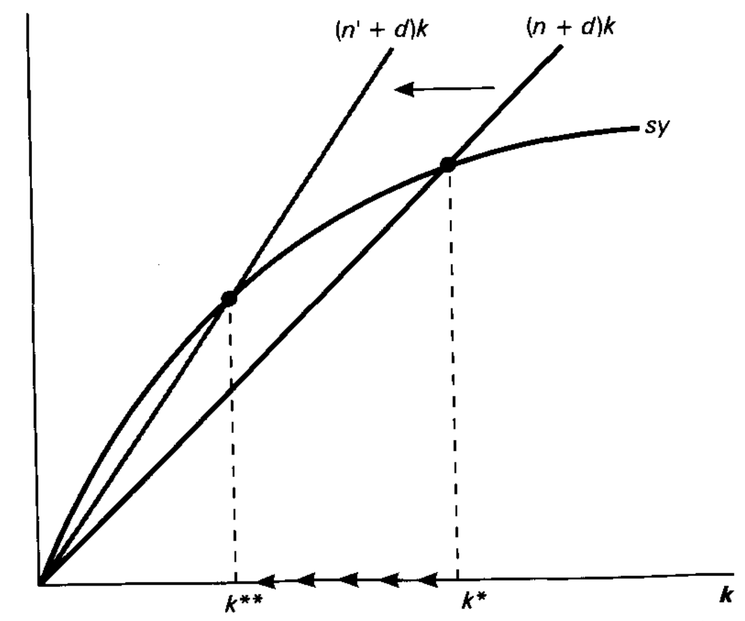


FIGURA 2.5 UM AUMENTO NO CRESCIMENTO POPULACIONAL.



população, o investimento por trabalhador já não é mais suficiente para manter constante a razão capital-trabalho. Portanto, a razão capital-trabalho se reduz. A queda prossegue até o ponto em que $sy = (n' + d)k$, indicado por k^{**} na Figura 2.5. Nesse ponto, a economia tem menos capital por trabalhador do que no início e está, portanto, mais pobre; o produto *per capita* cai após o aumento no crescimento populacional do exemplo. Por quê?

2.1.3 Propriedades do estado estacionário

Por definição, a quantidade de capital por trabalhador, no estado estacionário, é determinada pela condição $\dot{k} = 0$. As equações (2.4) e (2.5) nos permitem utilizar essa condição para obter as quantidades de capital por trabalhador e produto por trabalhador no estado estacionário. Substituindo (2.4) em (2.5),

$$\dot{k} = sk^{\alpha} - (n + d)k,$$

e tornando essa equação igual a zero obtemos

$$k^* = \left(\frac{s}{n+d}\right)^{1/(1-\alpha)}.$$

Substituindo isso na função de produção, chegamos ao produto por trabalhador no estado estacionário, y^*:

$$y^* = \left(\frac{s}{n+d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Esta equação revela a resposta dada pelo modelo de Solow à pergunta "Por que somos tão ricos e eles tão pobres?". Países que têm altas razões poupança/investimento tenderão a ser mais ricos, *ceteris paribus*.[6] Esses países acumulam mais capital por trabalhador, e países com mais capital por trabalhador têm um maior produto por trabalhador. Já os países que têm alta taxa de poupança (investimento) tenderão a ser mais pobres, de acordo com o modelo de Solow. Em tais economias, é necessária uma fração maior das poupanças apenas para manter constante a razão capital-produto face ao aumento da população. Essa exigência de alargamento do capital dificulta o aprofundamento do capital e essas economias tendem a acumular menos capital por trabalhador.

Essas previsões do modelo de Solow se sustentam empiricamente? As Figuras 2.6 e 2.7 plotam o PIB por trabalhador e o investimento bruto como pro-

[6] Expressão latina cujo significado é "tudo o mais mantendo-se constante".

FIGURA 2.6 PIB POR TRABALHADOR *VERSUS* TAXAS DE INVESTIMENTO.

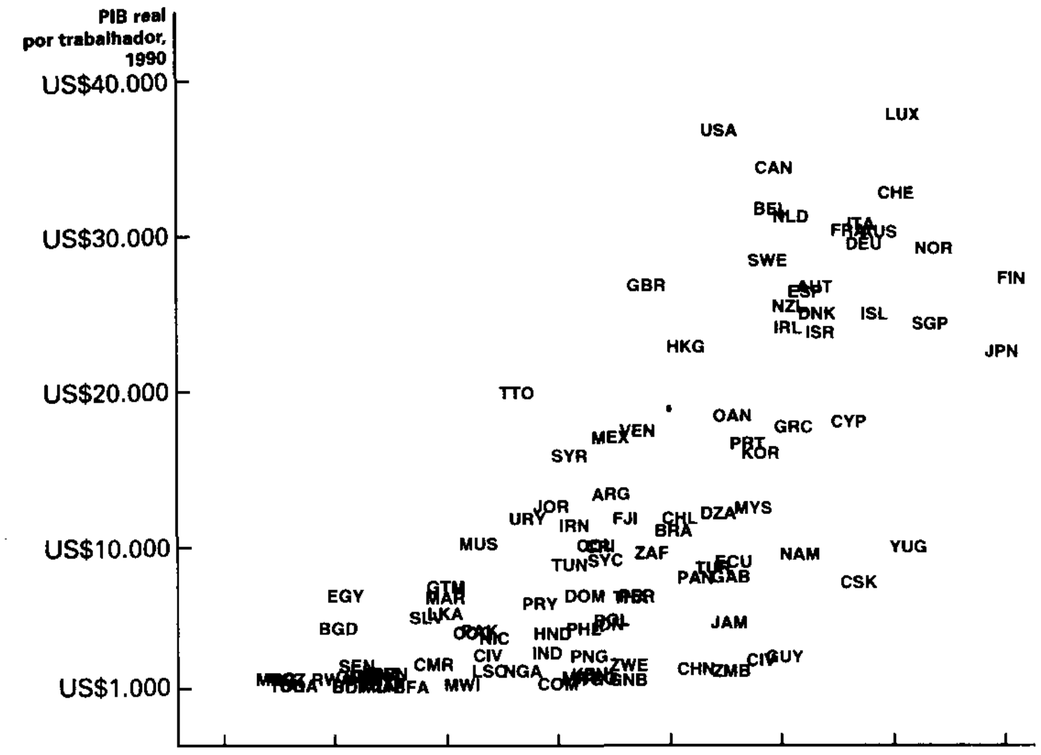
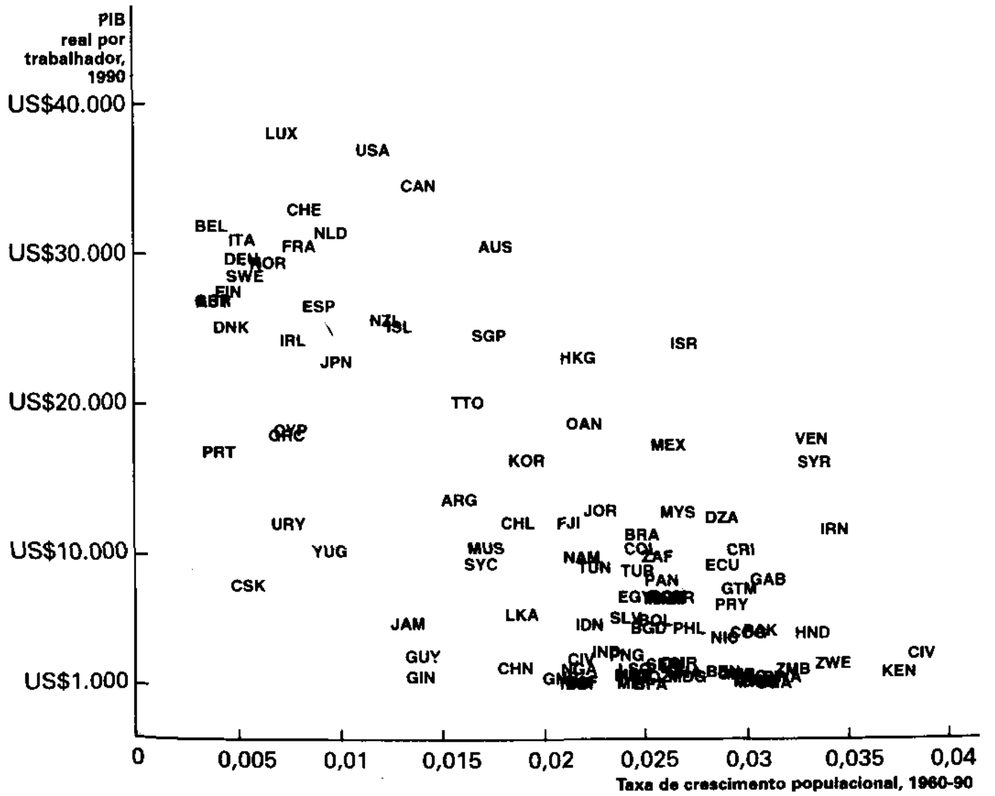


FIGURA 2.7 PIB POR TRABALHADOR *VERSUS* TAXAS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL.



porção do PIB e o PIB por trabalhador e as taxas de crescimento populacional, respectivamente. Em geral, as previsões do modelo de Solow são sustentadas por dados empíricos. Países com altas taxas de investimento tendem a ser, em média, mais ricos que os países que registram taxas de investimento menores, e os países com altas taxas de crescimento populacional são mais pobres, em média. Portanto, as previsões gerais do modelo de Solow parecem ser confirmadas pelos dados empíricos.

2.1.4 Crescimento econômico no modelo simples

O que acontece com o crescimento econômico no estado estacionário dessa versão simples do modelo de Solow? A resposta é *não* há crescimento *per capita* nessa versão do modelo. O produto por trabalhador (e, portanto, *per capita*, pois supomos que a taxa de participação da força de trabalho é uma constante) é constante no estado estacionário. Naturalmente, o próprio produto, Y, cresce, mas o faz à mesma taxa do crescimento populacional.[7]

Essa versão do modelo se ajusta a vários dos fatos estilizados apresentados no Capítulo 1. Ela gera diferenças na renda *per capita* de diferentes países. Gera uma razão capital-produto constante (porque tanto k quanto y são constantes, implicando que K/Y seja constante). Gera uma taxa de juros constante, o produto marginal do capital. Contudo, não consegue prever um fato estilizado extremamente importante: que as economias registram um crescimento sustentado da renda *per capita*. Nesse modelo, as economias crescem durante um período, mas não sempre. Por exemplo, uma economia que no início apresenta um estoque de capital por trabalhador inferior ao montante exigido pelo estado estacionário experimentará crescimento de k e y ao longo de uma *trajetória de transição* até chegar ao estado estacionário. Com o tempo, contudo, o crescimento se torna mais lento à medida que a economia se aproxima do estado estacionário e, finalmente, o crescimento cessa por completo.

Para ver que o crescimento se desacelera ao longo da trajetória, observe duas coisas. Primeiro, partindo da equação de acumulação de capital,

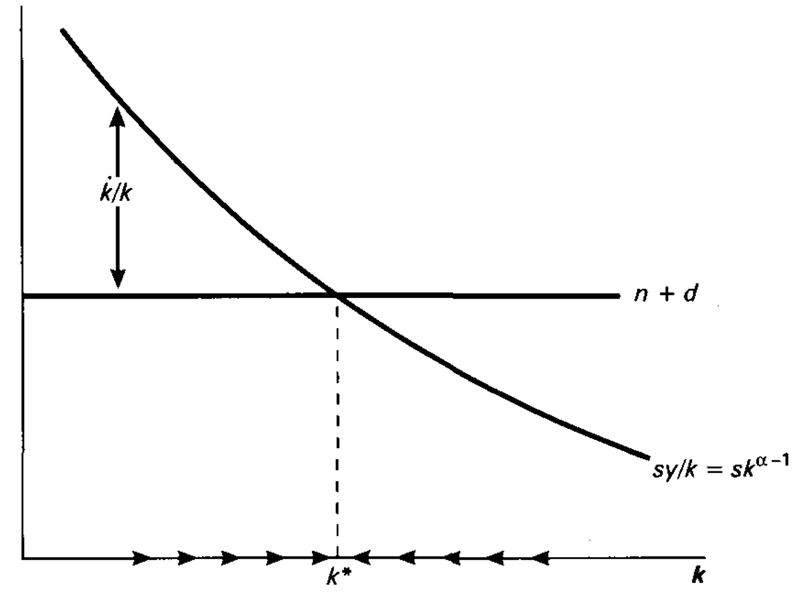
$$\frac{\dot{k}}{k} = sk^{\alpha-1} - (n+d). \tag{2.6}$$

Como α é menor que um, à medida que k aumenta, a taxa de crescimento de k declina gradualmente. Segundo, o Exemplo 2 mostra que a taxa de crescimento de y é proporcional à taxa de crescimento de k, de modo que o mesmo ocorre com o produto por trabalhador.

[7] Isto pode ser visto facilmente usando-se o macete do "tire o logaritmo e então derive" a $y \equiv Y/L$.

A dinâmica da transição implícita na equação (2.6) está representada na Figura 2.8.[8] O primeiro termo do lado direito da equação é $sk^{\alpha-1}$, que é igual a sy/k. Quanto mais elevado o nível do capital por trabalhador, tanto menor o produto médio do capital, y/k, em decorrência dos retornos decrescentes à acumulação de capital (α é menor que um). Portanto, a declividade da curva é decrescente. O segundo termo do lado direito da equação (2.6) é $n + d$, que não depende de k, e por isso é representado por uma linha horizontal. A diferença entre as duas linhas na Figura 2.8 é a taxa de crescimento do estoque de capital ou $\dot{k}/k$. Assim, a figura indica claramente que, quanto mais a economia se encontra abaixo do valor de k no estado estacionário, tanto mais rápido será o crescimento da economia. E quanto mais acima a economia se encontrar do valor de k no estado estacionário, tanto mais rapidamente k declinará.

FIGURA 2.8 DINÂMICA DA TRANSIÇÃO.



2.2 TECNOLOGIA E O MODELO DE SOLOW

Para gerar crescimento sustentado na renda *per capita* nesse modelo, temos que seguir Solow e introduzir o progresso tecnológico no modelo. Isto é feito acrescentando-se uma variável de tecnologia, A, à função de produção:

$$Y = F(K, AL) = K^{\alpha}(AL)^{1-\alpha}. \tag{2.7}$$

[8] Esta versão alternativa do gráfico de Solow torna muito mais transparentes as implicações do modelo de Solow para o crescimento. Xavier Sala-i-Martin (1990) destaca esse ponto.

Incluída desse modo, diz-se que a variável tecnológica A é "aumentadora de trabalho" ou "Harrod-neutra".[9] O progresso tecnológico ocorre quando A aumenta ao longo do tempo – uma unidade de trabalho, por exemplo, é mais produtiva quando o nível da tecnologia é mais elevado.

Uma hipótese importante do modelo de Solow é que o progresso tecnológico é *exógeno*: usando uma comparação comum, a tecnologia é como "maná que cai do céu", no sentido em que surge na economia automaticamente, sem levar em consideração outros acontecimentos que estejam afetando a economia. Em vez de modelar cuidadosamente a origem da tecnologia, reconhecemos, por enquanto, que há progresso tecnológico e supomos que A esteja crescendo a uma taxa constante:

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \Leftrightarrow A = A_0 e^{gt},$$

onde g é um parâmetro que representa a taxa de crescimento da tecnologia. Obviamente, essa hipótese é irrealista, e a explicação de como relaxá-la é um dos maiores feitos da "nova" teoria do crescimento que iremos explorar em outros capítulos.

A equação da acumulação de capital no modelo de Solow com tecnologia é a mesma que vimos anteriormente. Reescrevendo-a de maneira um pouco diferente, obtemos

$$\frac{\dot{K}}{K} = s\frac{Y}{K} - d. \tag{2.8}$$

Para ver as implicações para o crescimento do modelo com tecnologia, primeiro reescrevemos a função de produção em termos de produto por trabalhador:

$$y = k^{\alpha} A^{1-\alpha}.$$

Então tiramos os logaritmos e derivamos:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha\frac{\dot{k}}{k} + (1-\alpha)\frac{\dot{A}}{A}. \tag{2.9}$$

[9] As outras possibilidades são $F(AK, L)$, que é conhecida como "aumentadora de capital" ou "Solow-neutra", e $AF(K, L)$, que é conhecida como tecnologia "Hicks-neutra". Dada a forma da função adotada aqui, a Cobb-Douglas, essa distinção é menos importante.

Finalmente, observe que, da equação (2.8), da acumulação de capital, sabemos que a taxa de crescimento de K será constante se, e apenas se, Y/K for constante. Mais ainda, se Y/K for constante, y/k também será constante e, mais importante, y e k estarão crescendo à mesma taxa. Uma situação em que capital, produto, consumo e população crescem a taxas constantes é denominada *trajetória de crescimento equilibrado*. Em parte devido ao seu atrativo empírico, essa é uma situação que freqüentemente desejamos analisar em nossos modelos. Por exemplo, de acordo com o Fato 5 do Capítulo 1, essa situação descreve a economia dos EUA.

Usemos a notação g_x para representar a taxa de crescimento de uma variável x ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado. Então, ao longo dessa trajetória, $g_y = g_k$, de acordo com a argumentação anterior. Substituindo essa relação na equação (2.9) e recordando que $\dot{A}/A = g$, obtemos,

$$g_y = g_k = g. \tag{2.10}$$

Isto é, no modelo de Solow, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, o produto por trabalhador e o capital por trabalhador crescem, ambos, à taxa do progresso tecnológico exógeno, g. Observe que no modelo da Seção 2.1 não havia progresso tecnológico e, portanto, não havia crescimento de longo prazo no produto por trabalhador ou no capital por trabalhador; $g_y = g_k = g = 0$. O modelo com tecnologia revela que o *progresso tecnológico é a fonte do crescimento* per capita *sustentado*. Neste capítulo, esse resultado é pouco mais do que uma hipótese; em capítulos subseqüentes, voltaremos a esse tema com muito mais detalhes e chegaremos à mesma conclusão.

2.2.1 O gráfico de Solow com tecnologia

A análise do modelo de Solow com progresso tecnológico é muito semelhante àquela apresentada na Seção 2.1: montamos uma equação e a analisamos mediante o gráfico de Solow para encontrar o estado estacionário. A única diferença importante é que a variável k deixa de ser constante no longo prazo, de modo que temos que escrever nossa equação diferencial em termos de outra variável. A nova variável estacionária será $\tilde{k} \equiv K/AL$. Observe que isto é semelhante a k/A e é, obviamente, constante ao longo da trajetória de crescimento equilibrado porque $g_k = g_A = g$. A variável $\tilde{k}$, portanto, representa a razão entre o capital por trabalhador e a tecnologia. Vamos nos referir a isso como razão "capital-tecnologia" (lembrando que o numerador é o capital por trabalhador em lugar do montante total de capital).

Reescrevendo a função de produção em termos de $\tilde{k}$, obtemos

$$\tilde{y} = \tilde{k}^{\alpha}, \tag{2.11}$$

onde $\tilde{y} \equiv Y/AL = y/A$. De acordo com a terminologia anterior, chamaremos $\tilde{y}$ de "razão produto-tecnologia".[10]

Reescrevemos a equação da acumulação de capital em termos de $\tilde{k}$ seguindo exatamente o método aplicado na Seção 2.1. Observe, primeiramente, que

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{L}}{L}.$$

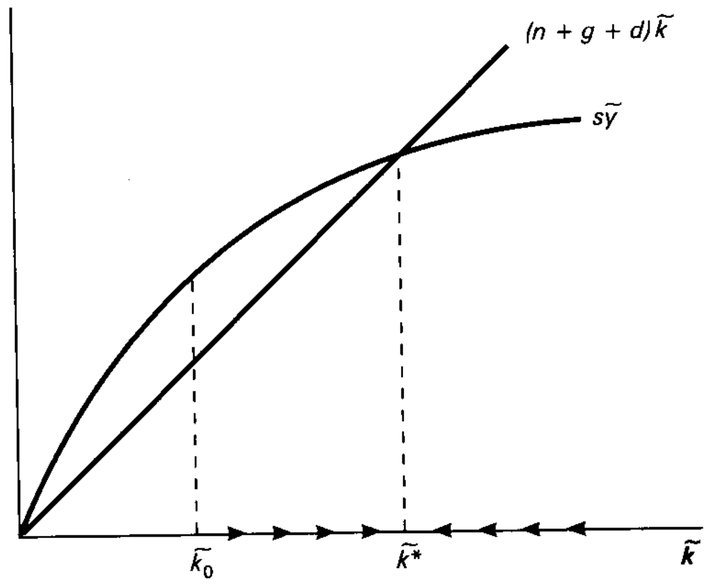
Combinando isso com a equação de acumulação de capital, verificamos que

$$\dot{\tilde{k}} = s\tilde{y} - (n + g + d)\tilde{k}. \tag{2.12}$$

A semelhança entre as equações (2.11) e (2.12) com suas contrapartidas na Seção 2.1 é óbvia.

O gráfico de Solow com progresso tecnológico é apresentado na Figura 2.9. A análise do gráfico é muito semelhante àquela feita quando não havia progresso tecnológico, mas a interpretação é um pouco diferente. Se a economia parte de uma razão capital-tecnologia que está abaixo do necessário ao estado estacionário, digamos um ponto como $\tilde{k}_0$, a razão aumentará gradualmente ao longo do tempo. Por quê? Porque o montante de investimento que está sendo feito é superior ao necessário para manter constante a razão capital-tecnologia. Isto será verdadeiro até que $s\tilde{y} = (n + g + d)\tilde{k}$ no ponto $\tilde{k}^*$, onde a economia entra no estado estacionário e cresce ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado.

FIGURA 2.9 GRÁFICO DE SOLOW COM PROGRESSO TECNOLÓGICO.



[10] As variáveis $\tilde{y}$ e $\tilde{k}$ são às vezes chamadas de "produto por unidade efetiva de trabalho" e "capital por unidade efetiva de trabalho". Essas denominações decorrem do fato de que o progresso tecnológico é "aumentador de trabalho. AL é então o montante "efetivo" de trabalho empregado na produção.

2.2.2 A solução para o estado estacionário

No estado estacionário, a razão produto-tecnologia é determinada pela função de produção e pela condição $\dot{\tilde{k}} = 0$. Resolvendo para $\tilde{k}^*$, verificamos que

$$\tilde{k}^* = \left(\frac{s}{n + g + d}\right)^{1/(1-\alpha)}.$$

Substituindo na função de produção obtemos

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s}{n + g + d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$

Para ver quais são as implicações para o produto por trabalhador, reescreveremos a equação como

$$y^*(t) = A(t)\left(\frac{s}{n + g + d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}, \tag{2.13}$$

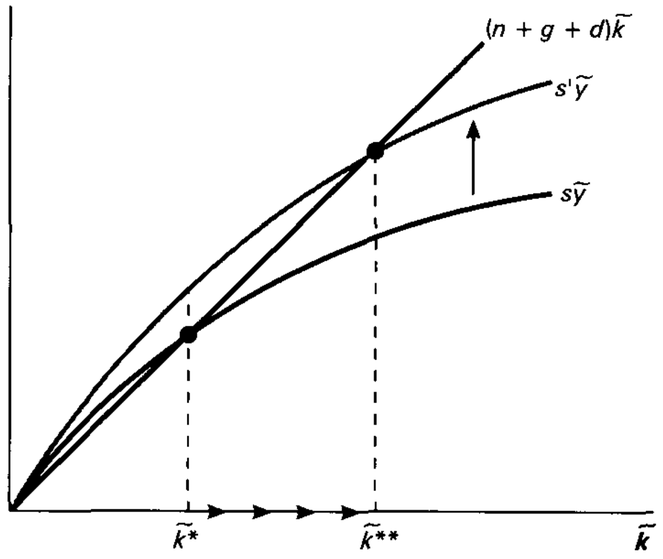
onde observamos explicitamente que y e A são dependentes do tempo. Da equação (2.13) concluímos que o produto por trabalhador ao longo da trajetória de crescimento equilibrado é determinado pela tecnologia, pela taxa de investimento e pela taxa de crescimento populacional. Para o caso especial de $g = 0$ e $A_0 = 1$ – isto é, em que não há progresso tecnológico –, esse resultado é idêntico àquele obtido na Seção 2.1.

Um resultado interessante aparece na equação (2.13) que será discutida em mais pormenores no Exercício 2, ao fim do capítulo. É que as variações na taxa de investimento ou na taxa de crescimento populacional afetam o nível de produto por trabalhador no longo prazo, mas não afetam a *taxa de crescimento* de longo prazo do produto por trabalhador. Para ver isso mais claramente, vamos recorrer a um exemplo simples.

Imagine uma economia que inicialmente se encontre no estado estacionário com uma taxa de investimento de s e que a aumenta permanentemente

para s' (em decorrência, por exemplo, de um subsídio permanente ao investimento). O gráfico de Solow para essa mudança na política econômica é apresentado na Figura 2.10, e os resultados são bastante semelhantes aos do caso em que não há progresso tecnológico. À razão capital-tecnologia inicial, $\tilde{k}^*$, o investimento supera o montante necessário para manter a razão capital-tecnologia constante, de modo que $\tilde{k}$ começa a crescer.

FIGURA 2.10 GRÁFICO DE SOLOW COM PROGRESSO TECNOLÓGICO.



Para visualizar os efeitos sobre o crescimento, reescreva a equação (2.12) como

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s\frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} - (n + g + d),$$

e observe que $\tilde{y}/\tilde{k}$ é igual $\tilde{k}^{\alpha-1}$. A Figura 2.11 ilustra a dinâmica da transição implícita na equação. Como mostra o gráfico, o aumento na taxa de investimento para s' aumenta a taxa de crescimento temporariamente enquanto a economia transita para o novo estado estacionário, $\tilde{k}^{**}$. Uma vez que g é constante, o crescimento mais rápido de $\tilde{k}$ ao longo da trajetória de transição implica que o produto por trabalhador aumenta mais velozmente do que a tecnologia: $\dot{y}/y > g$. O comportamento da taxa de crescimento do produto por trabalhador ao longo do tempo aparece na Figura 2.12.

A Figura 2.13 acumula os efeitos sobre o crescimento para mostrar o que acontece ao nível (em logaritmo) do produto por trabalhador ao longo do tempo. Antes da mudança na política econômica, o produto por trabalhador está crescendo à taxa constante g, de modo que o logaritmo do produto por trabalhador aumenta linearmente. No momento da mudança na política, t^*, o produto por trabalhador começa a crescer mais rápido. Esse crescimento mais veloz continua temporariamente até que a razão produto-tecnologia atinja seu novo estado estacionário. Nesse ponto, o crescimento retorna a seu nível de longo prazo, g.

FIGURA 2.11 UM AUMENTO NA TAXA DE INVESTIMENTO: DINÂMICA DA TRANSIÇÃO.

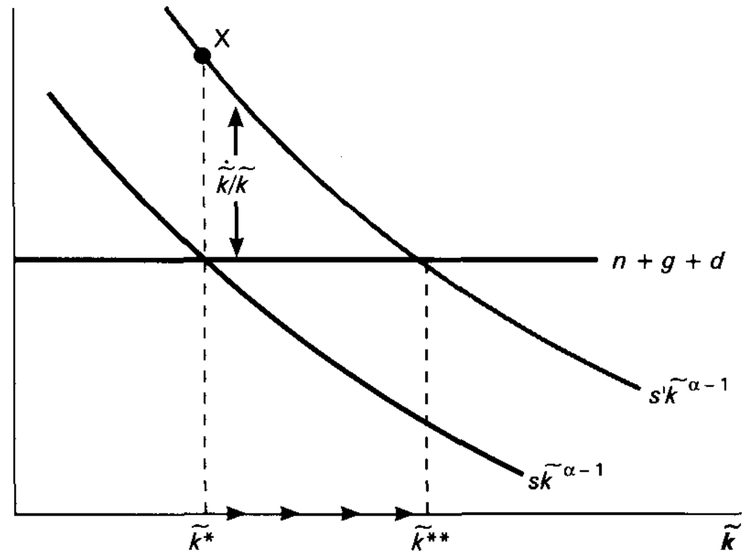
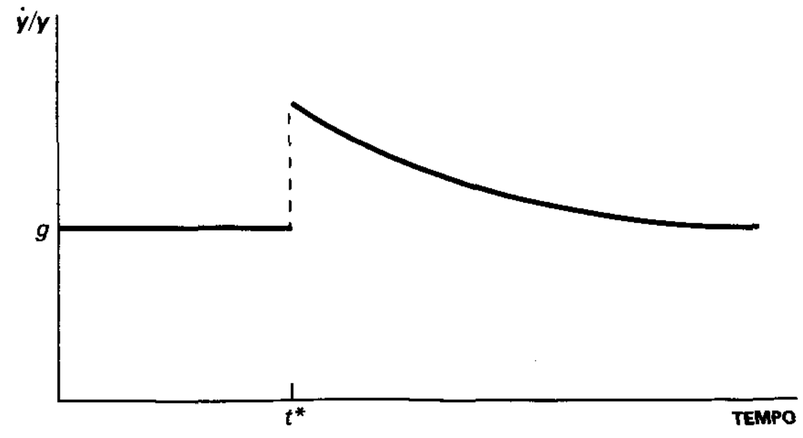
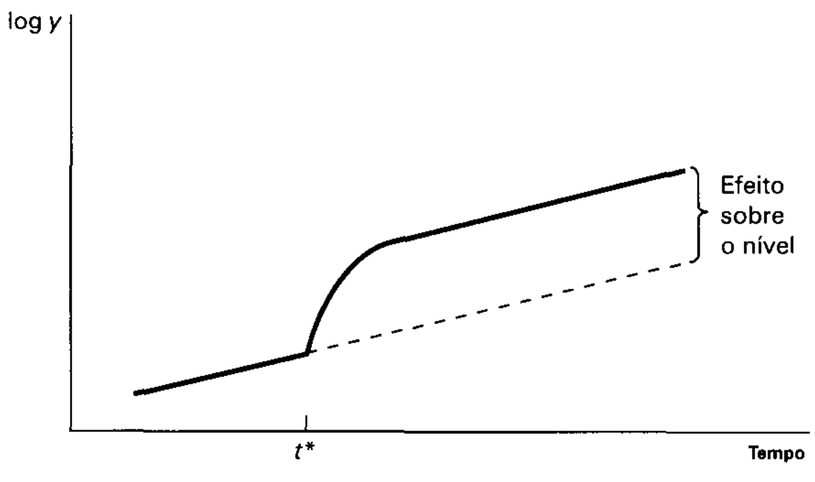


FIGURA 2.12 EFEITO DE UM AUMENTO NA TAXA DE INVESTIMENTO SOBRE O CRESCIMENTO.



Este exercício ilustra dois pontos importantes. Primeiro, no modelo de Solow, as mudanças na política aumentam as taxas de crescimento, mas apenas temporariamente, ao longo da trajetória de transição rumo ao novo estado estacionário. Isto é, as mudanças de política não têm *efeito de crescimento* no longo prazo. Segundo, as mudanças na política podem ter *efeitos sobre o nível*. Isto é, uma mudança de política permanente pode aumentar (ou diminuir) permanentemente o nível do produto *per capita*.

FIGURA 2.13 EFEITO DE UM AUMENTO NA TAXA DE INVESTIMENTO SOBRE *Y*.



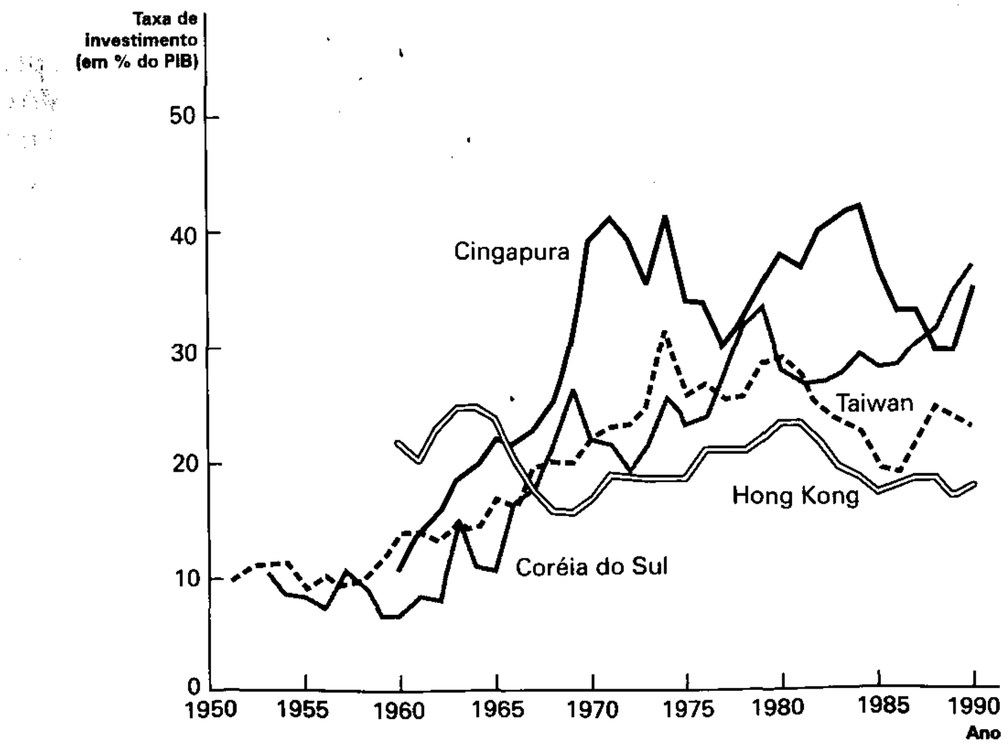
2.3 AVALIAÇÃO DO MODELO DE SOLOW

Como o modelo de Solow responde às questões-chave do crescimento e do desenvolvimento? Primeiro, o modelo de Solow recorre às diferenças nas taxas de investimento e nas taxas de crescimento populacional e (talvez) das diferenças exógenas na tecnologia para explicar diferenças nas rendas *per capita*. Por que somos tão ricos e eles tão pobres? De acordo com o modelo de Solow, é porque investimos mais e temos menores taxas de crescimento populacional, o que nos permite acumular mais capital por trabalhador e, assim, aumentar a produtividade da mão-de-obra. No próximo capítulo, trataremos dessa hipótese com mais atenção e veremos se ela é firmemente respaldada por dados de vários países de todo o mundo.

Segundo, por que as economias registram, no modelo de Solow, crescimento sustentado? A resposta está no progresso tecnológico. Como vimos anteriormente, sem progresso tecnológico o crescimento *per capita* acabará na medida em que começarem a manifestar-se os retornos decrescentes ao capital. Contudo, o progresso tecnológico pode compensar a tendência declinante do produto marginal do capital e, no longo prazo, os países crescem à taxa do progresso tecnológico.

Como, então, o modelo de Solow explica as diferenças nas taxas de crescimento entre países? À primeira vista, pode parecer que o modelo de Solow não consegue explicá-las, exceto recorrendo a diferenças (não-modeladas) de progresso tecnológico. Todavia, é possível encontrar uma explicação mais sutil recorrendo à dinâmica da transição. Vimos vários exemplos de como a dinâmica da transição pode permitir aos países crescerem a taxas diferentes daquelas de longo prazo. Por exemplo, uma economia com uma razão capital-tecnologia inferior ao nível de longo prazo crescerá rapidamente até alcançar o nível de seu estado estacionário. Isso pode ajudar a explicar por que países como Japão e Alemanha, que viram seus estoques de capital serem destruídos pela Segunda Guerra Mundial, cresceram mais rapidamente que os Estados Unidos nos últimos cinqüenta anos. Ou poderia explicar por que uma economia que aumenta sua taxa de investimento crescerá rapidamente enquanto faz a transição para uma razão produto-tecnologia mais elevada. Essa explicação pode funcionar bem para países como Coréia do Sul, Cingapura e Taiwan. Suas taxas de investimento aumentaram significativamente a partir de 1950, como mostra a Figura 2.14. Contudo, a explicação pode não funcionar tão bem para uma economia como a de Hong Kong. Esse tipo de raciocínio levanta uma questão interessante: os países podem crescer permanentemente a taxas diferentes? Esta questão será vista em mais profundidade em outros capítulos.

FIGURA 2.14 TAXAS DE INVESTIMENTO DE ALGUNS DOS PAÍSES DE INDUSTRIALIZAÇÃO RECENTE.



2.4 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO E REDUÇÃO DA PRODUTIVIDADE

Vimos no modelo de Solow que o crescimento sustentado ocorre apenas na presença do progresso tecnológico. Sem isso, a acumulação de capital entra na fase dos rendimentos decrescentes. Contudo, com o progresso tecnológico, as melhoras na tecnologia compensam continuamente os efeitos dos retornos decrescentes sobre a acumulação de capital. Em conseqüência, a produtividade do trabalho aumenta tanto diretamente, devido às melhorias tecnológicas, quanto indiretamente, devido à acumulação de capital adicional que essas melhorias tornam possível.

Em 1957, Solow publicou outro artigo, "Technical Change and the Aggregate Production Function", no qual apresenta um simples exercício de decomposição do crescimento do produto em aumento do capital, aumento da mão-de-obra e aumento da mudança tecnológica. Essa "decomposição do crescimento" se inicia postulando uma função de produção como

$$Y = BK^{\alpha}L^{1-\alpha},$$

onde B é um termo de produtividade Hicks-neutro.[11] Tirando os logaritmos e derivando essa função de produção, obtém-se a fórmula-chave da decomposição do crescimento:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \alpha\frac{\dot{K}}{K} + (1-\alpha)\frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{B}}{B}. \qquad (2.14)$$

Esta equação diz que o crescimento do produto é igual a uma média ponderada do crescimento do capital e do trabalho mais a taxa de crescimento de B. Esse termo final, $\dot{B}/B$, é conhecido como *crescimento da produtividade total dos fatores* ou *crescimento da produtividade multifatorial*. Solow, bem como economistas como Edward Denison e Dale Jorgenson, que seguiram a abordagem de Solow, utilizaram essa equação para entender as causas do crescimento do produto.

Utilizando dados relativos a produto, capital e trabalho e escolhendo um valor de $\alpha = 1/3$ para representar a participação do capital na renda dos fatores, o Quadro 2.1 apresenta um cálculo simples de decomposição do crescimento. A última linha do quadro revela que o crescimento do PIB nos EUA, de 1960 a 1990, foi, em média, de 3,1% ao ano. Pouco menos de um ponto percentual desse crescimento foi devido à acumulação de capital, 1,2% decorreu da expansão da força de trabalho e o restante 1,1% permanece inexplicado pelo crescimento dos insumos da função de produção. Dada a maneira como o cálculo é feito, os economistas denominam esse 1,1% de "resíduo" ou mesmo de "medida da nossa ignorância". Uma interpretação desse termo do crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) é que ele representa a mudança tecnológica; observe que, em termos da função de produção da equação (2.7), $B = A^{1-\alpha}$. Essa interpretação será aprofundada em capítulos posteriores.

[11] Na verdade, essa decomposição do crescimento pode ser feita com uma função de produção muito mais geral como $B(t)F(K,L)$, e os resultados serão parecidos.

QUADRO 2.1 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO DOS ESTADOS UNIDOS

		Contribuições à taxa de crescimento do			
	Taxa de crescimento do PIB	Capital	Trabalho	PTF	Taxa de crescimento do PIB por trabalhador
1960–70	4,0	0,8	1,2	1,9	2,2
1970–80	2,7	0,9	1,5	0,2	0,4
1980–90	2,6	0,8	0,7	1,0	1,5
1960–90	3,1	0,9	1,2	1,1	1,4

Fonte: Penn World Tables Mark 5.6 atualizada por Summers e Heston (1991) e cálculos do autor.
Nota: O quadro registra a taxa de crescimento médio anual do PIB e as contribuições dadas pela produtividade do capital, do trabalho e do total de fatores, de acordo com a equação (2.14). Usou-se nos cálculos o valor de $\alpha = 1/3$. A última coluna apresenta, para fins de comparação, a taxa de crescimento do PIB por trabalhador.

O Quadro 2.1 também mostra como o crescimento do PIB e de seus componentes mudou ao longo do tempo nos EUA. Um dos importantes fatos consagrados que o quadro apresenta é que a diminuição do ritmo de crescimento da produtividade ocorreu nos anos 1970. A última coluna mostra que o crescimento no PIB por trabalhador (ou produtividade da mão-de-obra) sofreu uma redução drástica nos anos 1970 – para 0,4% ao ano, após o rápido crescimento de 2,2% ao ano na década de 1960. Durante os anos 1980 verificou-se uma recuperação parcial para 1,5%. Qual foi a origem dessa redução do crescimento? O crescimento do estoque de capital foi relativamente constante nos trinta anos considerados, aumentando até um pouco nos anos 1970. A força de trabalho cresceu ligeiramente mais rápido na década de 1970, tendendo a reduzir o PIB por trabalhador, mas o principal culpado da redução no ritmo de crescimento da produtividade foi um substancial declínio na taxa de crescimento da PTF. Por alguma razão, o "resíduo" foi muito menor nos anos 1970 do que nos anos 1960 e não voltou para o patamar anterior nos anos 1980: o grosso da redução no ritmo de crescimento da produtividade pode ser atribuído à "medida da nossa ignorância". Redução semelhante no crescimento da produtividade ocorreu nos demais países avançados mais ou menos no mesmo período.

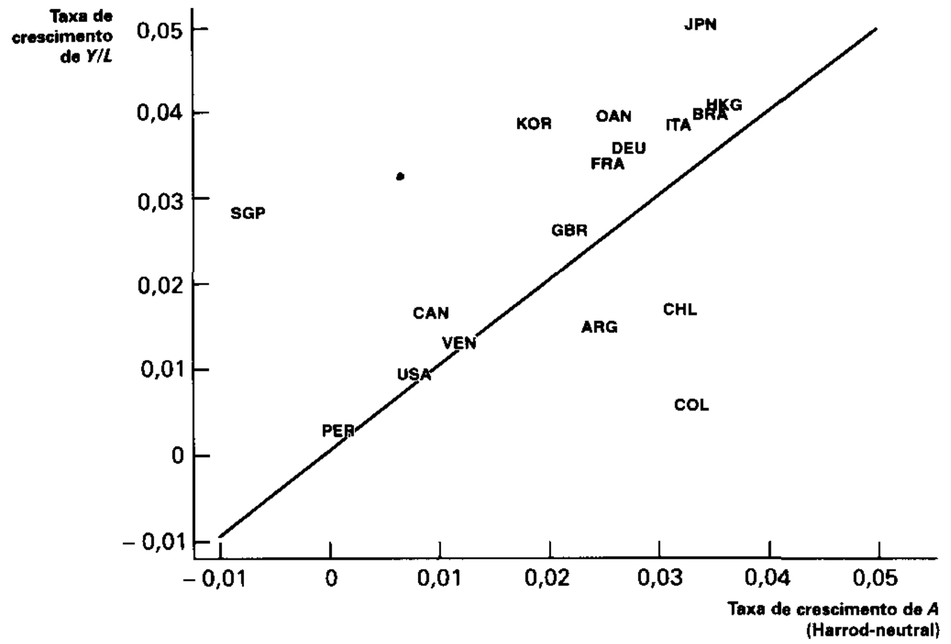
Várias explicações foram dadas para a redução no ritmo de crescimento da produtividade. Por exemplo, o substancial aumento nos preços da energia em 1973 e 1979. Um problema dessa explicação é que, em termos reais, os preços da energia eram inferiores, em fins dos anos 1980, ao que tinham sido antes dos choques do petróleo. Outra explicação pode envolver a mudança na composição da força de trabalho ou o deslocamento setorial na economia da indústria de transformação (onde a produtividade da mão-de-obra tende a ser mais alta) para os serviços (onde a produtividade da mão-de-obra é freqüentemente baixa). Essa explicação é apoiada por evidências recentes de que nos anos 1980 o crescimento da produtividade ocorreu na indústria de transformação. É possível que uma redução no ritmo das despesas com pesquisa e desenvolvimento (P&D) em fins dos anos 1970 tenha também contribuído para a menor produtividade. Ou talvez o que deva ser explicado não são os anos 1970 e 1980, mas os anos 1950 e 1960: nesse período o crescimento pode ter sido artificial e temporariamente alto nos anos que se seguiram à Segunda Guerra Mundial, porque o setor privado passou a empregar tecnologias criadas para a guerra. Finalmente, e talvez com alguma ironia, vários economistas apontam para a revolução da tecnologia da informação associada ao uso difundido dos computadores. De acordo com essa hipótese, o crescimento se tornou temporariamente mais lento enquanto a economia se adaptava aos métodos de produção de alta tecnologia e um *boom* de produtividade aponta no horizonte.[12] Contudo, o cuidadoso estudo da redução no ritmo de crescimento da produtividade não conseguiu apresentar uma explicação exata.[13]

A decomposição do crescimento também foi empregada para analisar o crescimento econômico em outros países. Uma das aplicações mais interessantes é o estudo dos países de industrialização recente, Coréia do Sul, Hong Kong, Cingapura e Taiwan. No Capítulo 1 vimos que as taxas de crescimento médio anual de tais países foram superiores a 5% no período de 1960 a 1990. Alwyn Young (1995) mostra que grande parte desse crescimento é o resultado da acumulação de fatores: aumentos no investimento de capital físico e de escolaridade, aumentos na participação da força de trabalho, e a transição da agricultura para a indústria. A Figura 2.15 corrobora os resultados de Young. O eixo vertical mede o crescimento do produto por trabalhador, e o eixo horizontal, o crescimento da produtividade total de fatores Harrod-neutra (isto é, aumentadora de trabalho). Ou seja, em vez de focalizar o crescimento de B, onde $B = A^{1-\alpha}$, focalizamos o crescimento de A. Essa mudança nas variáveis é às vezes conveniente porque ao longo da trajetória de crescimento equilibrado do estado estacionário $g_y = g_A$. Os países que crescem ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, então, deveriam se situar na linha de 45 graus, no gráfico.

[12] Ver Paul David (1990) e Jeremy Greenwood e Mehmet Yorukoglu (1997).

[13] O *Journal of Economic Perspectives* do outono de 1988 publica diversos artigos que discutem explicações potenciais para essa diminuição no ritmo de crescimento da produtividade.

FIGURA 2.15 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO.



Fonte: Cálculos do autor a partir dos dados apresentados no Quadro 10.8 de Barro e Sala-i-Martin (1995).
Nota: Os períodos para os quais foram calculadas as taxas de crescimento variam segundo os países: 1960-90 para os países da OCDE, 1940-80 para os da América Latina e 1966-90 para os do Leste Asiático.

Duas características da Figura 2.15 se destacam. Primeiro, embora as taxas de crescimento do produto por trabalhador no Leste Asiático sejam de fato notáveis, as taxas de crescimento da PTF não são tão significativas. Vários outros países como Itália, Brasil e Chile também registraram um crescimento rápido da PTF. O crescimento da produtividade total de fatores, embora em geral mais elevado do que o dos EUA, não foi excepcional nos países do Leste Asiático. Segundo, os países do Leste Asiático se encontram bem acima da linha de 45 graus. Isso indica que o crescimento do produto por trabalhador é bem maior do que o crescimento da PTF sugeriria. Cingapura é um caso extremo, com um crescimento ligeiramente *negativo* da PTF. O rápido crescimento do produto por trabalhador pode ser inteiramente atribuído ao crescimento do capital e da escolaridade. De modo mais geral, uma fonte crucial para o rápido crescimento desses países é a sua acumulação de fatores. Portanto, conclui Young, o modelo de Solow (e sua extensão, no Capítulo 3) pode explicar boa parte do rápido crescimento das economias do Leste Asiático.

EXERCÍCIOS

1. *Um aumento na força de trabalho.* Choques na economia, como guerras, fomes, ou a unificação de duas economias, provocam às vezes um grande movimento, em um único período, de trabalhadores cruzando fronteiras. Quais os efeitos de curto e de longo prazos de um aumento permanente do estoque de mão-de-obra ocorrido em um único período? Analise no contexto do modelo de Solow com $g = 0$ e $n > 0$.

2. *Uma redução na taxa de investimento.* Imagine que o congresso dos EUA aprove uma lei que desestimule a poupança e o investimento, como a eliminação da isenção tributária para investimentos ocorrida em 1990. Como resultado, suponha que a taxa de investimento caia permanentemente de s' para s''. Analise essa mudança de política no modelo de Solow com progresso técnico, supondo que a economia se encontre inicialmente no estado estacionário. Represente graficamente a evolução do (logaritmo natural do) produto por trabalhador ao longo do tempo, com e sem a mudança na política. Faça um gráfico semelhante para a taxa de crescimento do produto por trabalhador. A mudança da política reduz permanentemente o *nível* ou a *taxa de crescimento* do produto por trabalhador?

3. *Imposto de renda.* Imagine que o Congresso dos EUA decida lançar um imposto de renda sobre a renda do trabalho e do capital. Em vez de receber $wL + rK = Y$, os consumidores receberão $(1-\tau)wL + (1-\tau)rK = (1-\tau)Y$. Partindo do estado estacionário, mostre as conseqüências desse imposto para o produto por trabalhador no curto e no longo prazos.

4. *O maná cai mais rápido.* Suponha que haja um aumento permanente na taxa de progresso tecnológico de modo que g suba para g'. Represente graficamente a taxa de crescimento do produto por trabalhador ao longo do tempo. Assegure-se de dar atenção especial à dinâmica da transição.

5. *Podemos poupar demais?* O consumo é igual ao produto menos o investimento: $c = (1-s)y$. No contexto do modelo de Solow sem progresso tecnológico, qual é a taxa de poupança que maximiza o consumo por trabalhador no estado estacionário? Mostre esse ponto em um gráfico de Solow. Certifique-se de traçar, no gráfico, a função de produção e de mostrar o consumo e a poupança e uma linha indicativa do produto marginal do capital por trabalhador. Podemos poupar demais?

6. *Solow (1956)* versus *Solow (1957).* No modelo de Solow, com $g = 0$, considere uma melhoria ocorrida em um único período no nível de tecnologia, A. Especificamente, suponha que o log A aumente de uma unidade. (Observe que isso significa que o nível tecnológico quase dobra: para sermos exatos, aumentou de um fator 2,7, que é o valor aproximado de e.)
   (a) A partir da equação (2.13), de quanto aumentará o produto por trabalhador no longo prazo?
   (b) A partir da equação (2.14), decomponha o crescimento apresentado neste exercício. Quanto do aumento no produto por trabalhador decorre de uma mudança no capital por trabalhador e quanto é devido à mudança na produtividade total dos fatores?
   (c) Em que sentido o resultado da decomposição do crescimento feita no item (b) cria um quadro enganador desse experimento?

3 APLICAÇÕES EMPÍRICAS DOS MODELOS DE CRESCIMENTO NEOCLÁSSICOS

Este capítulo trata de várias aplicações do modelo de Solow e seus descendentes, que agruparemos sob a rubrica "modelos neoclássicos de crescimento". Na primeira seção do capítulo, desenvolveremos um dos principais descendentes do modelo de Solow, uma extensão que incorpora o capital humano. Em seguida examinaremos o "ajustamento" do modelo. Até que ponto o modelo neoclássico de crescimento explica por que alguns países são ricos e outros pobres? Na segunda seção do capítulo, veremos as previsões do modelo em relação às taxas de crescimento e trataremos da presença, ou da falta, de "convergência" nos dados. Finalmente, a terceira seção do capítulo funde a discussão dos níveis de renda em diferentes países com a literatura da convergência e apresenta a evolução futura da distribuição de renda no mundo.

3.1 O MODELO DE SOLOW COM CAPITAL HUMANO

Em 1992, é publicado "a Contribution to the Empirics of Economic Growth", um importante artigo de Gregory Mankiw, David Romer e David Weil que avalia as implicações empíricas do modelo de Solow e conclui que ele apresenta um bom desempenho. Observaram, então, que o "ajustamento" do modelo poderia ser melhorado ao incluir o capital humano – isto é, ao reconhecer que a mão-de-obra de diferentes economias tem diferentes níveis de instrução e qualificação. Ampliar o modelo de Solow para incluir o capital humano ou o trabalho qualificado é bastante simples, como veremos a seguir.[1]

[1] O desenvolvimento apresentado aqui difere daquele de Mankiw, Romer e Weil (1992) em um aspecto importante. Os três autores consideram que uma economia acumula capital humano tal como acumula capital físico: abrindo mão do consumo. Aqui, seguiremos Lucas (1988) na suposição de que as pessoas gastam tempo acumulando qualificações, como quando os estudantes freqüentam a escola. Veja o Exercício 5, no final do capítulo.

Imagine que o produto, Y, de uma economia é obtido por uma combinação de capital físico, K, e de trabalho qualificado, H, de acordo com uma função Cobb-Douglas com retornos constantes

$$Y = K^{\alpha}(AH)^{1-\alpha}, \tag{3.1}$$

onde A representa a tecnologia aumentadora de trabalho que cresce a uma taxa exógena, g.

As pessoas, nessa economia, acumulam capital humano dedicando tempo ao aprendizado de novas habilidades em vez de trabalhar. Denotemos como u a fração de tempo que as pessoas dedicam ao aprendizado de habilidades, e como L a quantidade de trabalho (em geral) usado na produção.[2] Vamos supor que a mão-de-obra não-qualificada que está aprendendo habilidades durante o tempo u gera o trabalho qualificado H de acordo com

$$H = e^{\psi u}L, \tag{3.2}$$

onde ψ é uma constante positiva que apresentaremos em breve. Observe que se $u = 0$, então $H = L$ – isto é, toda a mão-de-obra é não-qualificada. Com o aumento de u, uma unidade de trabalho não-qualificado aumenta as unidades efetivas de força de trabalho qualificada H. Para observar a magnitude desse aumento, tire o logaritmo e derive a equação (3.2) para ver que

$$\frac{d\log H}{du} = \psi. \tag{3.3}$$

Esta equação implica que um pequeno aumento de u aumenta H de ψ% (ou, mais corretamente, $\psi \square 100$). O fato de que os efeitos são proporcionais decorre da presença, algo estranha, do e exponencial na equação. Essa formulação procura levar em conta parte substancial da literatura relativa à economia do trabalho que considera que cada ano adicional de escolaridade aumenta os salários ganhos por uma pessoa em algo em torno de 10%.[3]

O capital físico é acumulado investindo-se parte do produto em vez de consumi-lo, como no Capítulo 2:

[2] Observe que, se P representa a população total da economia, então o total do insumo trabalho na economia será dado por $L \equiv (1-u)P$.

[3] Bils e Klenow (1996) aplicam essa formulação no contexto do crescimento econômico.

$$\dot{K} = s_K Y - dK, \tag{3.4}$$

onde s_k é a taxa de investimento em capital físico e d é a taxa constante de depreciação.

Resolvemos esse modelo usando as mesmas técnicas empregadas no Capítulo 2. Primeiro, representamos as variáveis divididas pelo estoque de trabalho não-qualificado, L, por letras minúsculas e reescrevemos a função de produção em termos de produto por trabalhador,

$$y = k^{\alpha}(Ah)^{1-\alpha}. \tag{3.5}$$

Observe que $h = e^{\psi u}$. Como os agentes decidem quanto tempo dedicar à aquisição de qualificações em vez de trabalhar? Da mesma forma que supomos que as pessoas poupam e investem uma fração constante de sua renda, imaginaremos que u é uma constante dada exogenamente.[4]

O fato de que h seja constante significa que a função de produção na equação (3.5) é muito semelhante àquela empregada no Capítulo 2. Em especial, ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, y e k crescerão a uma taxa constante, g, a taxa de progresso tecnológico.

Como no Capítulo 2, o modelo é resolvido considerando-se as "variáveis estacionárias" que são constantes ao longo da trajetória de crescimento equilibrado. Recorde que as variáveis estacionárias são termos como y/A. Aqui, uma vez que h é constante, podemos definir as variáveis estacionárias dividindo por Ah. Representando as variáveis estacionárias pelo til, a equação (3.5) implica que

$$\tilde{y} = \tilde{k}^{\alpha}, \tag{3.6}$$

que, em essência, é o mesmo que a equação (2.11).

Seguindo o raciocínio do Capítulo 2, a equação da acumulação de capital pode ser escrita em termos de variáveis estacionárias como

$$\dot{\tilde{k}} = s_K \tilde{y} - (n + g + d)\tilde{k}. \tag{3.7}$$

Observe que, em termos de variáveis estacionárias, esse modelo é idêntico ao que já resolvemos no Capítulo 2. Isto é, as equações (3.6) e (3.7) são idênticas às equações (2.11) e (2.12). Isto significa que todos os resultados apresentados no Capítulo 2 em relação à dinâmica do modelo de Solow se aplicam aqui. Acrescentar o capital humano como fizemos aqui não muda a estrutura básica do modelo.

[4] Voltaremos ao tema no Capítulo 7.

Os valores de $\tilde{k}$ e $\tilde{y}$ no estado estacionário são encontrados fazendo-se $\dot{\tilde{k}} = 0$, o que resulta em

$$\frac{\tilde{k}}{\tilde{y}} = \frac{s_K}{n + g + d}.$$

Substituindo essa condição na função de produção na equação (3.6), encontramos o valor da razão produto-tecnologia, $\tilde{y}$, no estado estacionário:

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s_K}{n + g + d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)}.$$

Reescrevendo isto em termos de produto por trabalhador, obtemos

$$y^*(t) = \left(\frac{s_K}{n + g + d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} hA(t), \tag{3.8}$$

onde incluímos explicitamente t para lembrar quais variáveis estão crescendo ao longo do tempo.

Essa última equação resume a explicação oferecida pelo modelo de Solow ampliado para as razões pelas quais alguns países são ricos e outros pobres. Alguns países são ricos porque têm altas taxas de investimento em capital físico, despendem uma parcela considerável de tempo acumulando habilidades ($h = e^{\psi u}$), baixas taxas de crescimento populacional e altos níveis de tecnologia. Mais ainda, no estado estacionário, o produto *per capita* cresce à taxa do progresso tecnológico, g, tal como no modelo de Solow original.

Como é que esse modelo funciona empiricamente em termos de explicação das razões da riqueza e da pobreza dos países? Como as rendas estão crescendo ao longo do tempo, é útil analisar o modelo em termos de rendas *relativas*. Se definirmos a renda *per capita* em relação aos Estados Unidos como sendo

$$\hat{y}^* = \frac{y^*}{y^*_{US}},$$

então, partindo da equação (3.8), as rendas relativas são dadas por

$$\hat{y}^* = \left(\frac{\hat{s}_K}{\hat{x}}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} \hat{h}\hat{A}, \tag{3.9}$$

onde o "chapéu" (^) é usado para denotar a variável em relação ao seu valor para os EUA e $x \equiv n + g + d$. Observe contudo que, a menos que todos os paí-

ses estejam crescendo à mesma taxa, nem mesmo as rendas relativas serão constantes. Isto é, se o Reino Unido e os EUA estiverem crescendo a taxas diferentes, então y_{UK}/y_{US} não será constante.

Para que as rendas relativas sejam constantes no estado estacionário, precisamos adotar a hipótese de que g seja o mesmo em todos os países – isto é, que a taxa de progresso tecnológico de todos os países seja idêntica. À primeira vista, isso parece contradizer um dos fatos estilizados fundamentais do Capítulo 1: o de que as taxas de crescimento variam substancialmente entre um país e outro. Trataremos da tecnologia bem mais pormenorizadamente nos próximos capítulos; por enquanto, observe que, se g varia entre os países, então o "hiato de renda" entre países acabará por se tornar infinito. Isso não parece plausível se o crescimento é movido puramente pela tecnologia. As tecnologias podem fluir através das fronteiras tecnológicas por meio do comércio internacional, ou de publicações científicas ou da imigração de cientistas e engenheiros. Poderia ser mais plausível imaginar que a transferência de tecnologia impedirá que até os países mais pobres fiquem muito para trás, e uma maneira de interpretar essa afirmação é que as taxas de crescimento da tecnologia, g, são as mesmas nos diferentes países. Formalizaremos esse argumento no Capítulo 6. Entretanto, observe que de modo algum estamos postulando que os níveis tecnológicos são os mesmos; de fato, as diferenças na tecnologia provavelmente explicam em boa parte por que alguns países são mais ricos do que outros.

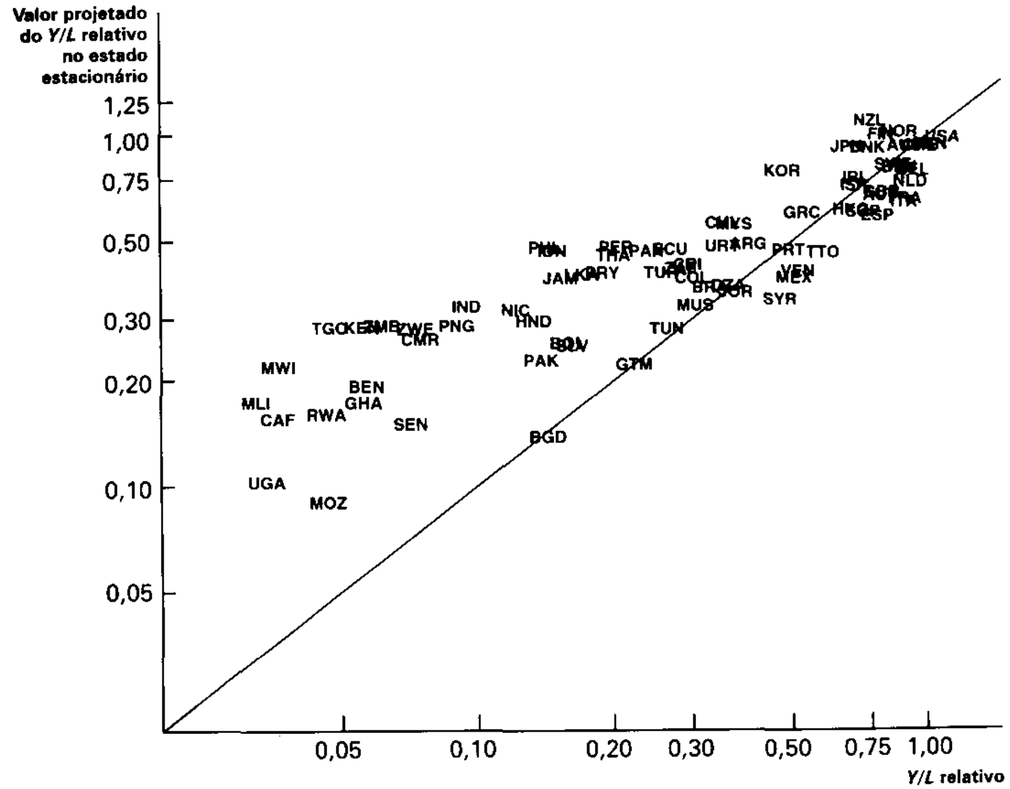
Todavia, ficamos imaginando por que os países cresceram a taxas tão diferentes nos últimos trinta anos se têm a mesma taxa de crescimento tecnológico. Poderia parecer que o modelo de Solow não pode responder a essa indagação, mas, na verdade, ele oferece uma boa resposta que será vista na próxima seção. Primeiro, contudo, voltemos à pergunta básica quanto ao ajustamento do modelo de Solow aos dados.

Obtendo estimativas das variáveis e parâmetros da equação (3.9) podemos examinar o "ajustamento" do modelo neoclássico de crescimento: em termos empíricos, como o modelo explica por que alguns países são ricos e outros pobres?

A Figura 3.1 compara os níveis vigentes de PIB por trabalhador em 1990 com os níveis projetados pela equação (3.9). Para o cálculo da equação, consideramos que a participação do capital físico é de $\alpha = 1/3$. Esta escolha se ajusta bem à observação de que a parcela do PIB correspondente à remuneração do capital é de cerca de 1/3. Consideramos u como sendo a média da escolaridade da força de trabalho (em anos) e supomos que $\psi = 0{,}10$. Este valor implica que cada ano de escolaridade representa um aumento de 10% no salário do trabalhador, um número bastante coerente com as evidências internacionais em relação aos retornos à escolaridade.[5] Além disso, supomos que $g + d =$ 0,075 para todos os países; voltaremos, em capítulos seguintes, à hipótese de que g é igual em todos os países e não se encontram dados confiáveis para d nos diferentes países. Finalmente, supomos que o nível tecnológico, A, é o mesmo entre os países. Ou seja, nos impomos uma séria limitação ao ver como o modelo funciona sem introduzir diferenças na tecnologia. Em breve abandonaremos essa hipótese. Os dados usados nesse exercício estão listados no Apêndice B deste livro.

[5] Ver Jones (1996) para maiores detalhes. Observe que a representação de u como anos de escolaridade significa que seu valor não mais se situa entre zero e um. Esse problema pode ser tratado dividindo-se os anos de escolaridade pela duração de vida potencial, o que simplesmente transforma o valor de ψ proporcionalmente e é, portanto, ignorado.

FIGURA 3.1 "AJUSTAMENTO" DO MODELO NEOCLÁSSICO DE CRESCIMENTO, 1990.



Nota: Os eixos apresentam escala logarítmica.

Ainda que sem levar em conta as diferenças de tecnologia, o modelo neoclássico consegue descrever a distribuição de renda *per capita* entre os países bastante bem. Países como Estados Unidos e Nova Zelândia são bastante ricos, como prevê o modelo. A principal falha do modelo – isto é, a ignorância das diferenças na tecnologia – pode ser vista nos afastamentos da linha de 45 graus na Figura 3.1: o modelo prevê que os países mais pobres deveriam ser mais ricos do que são.

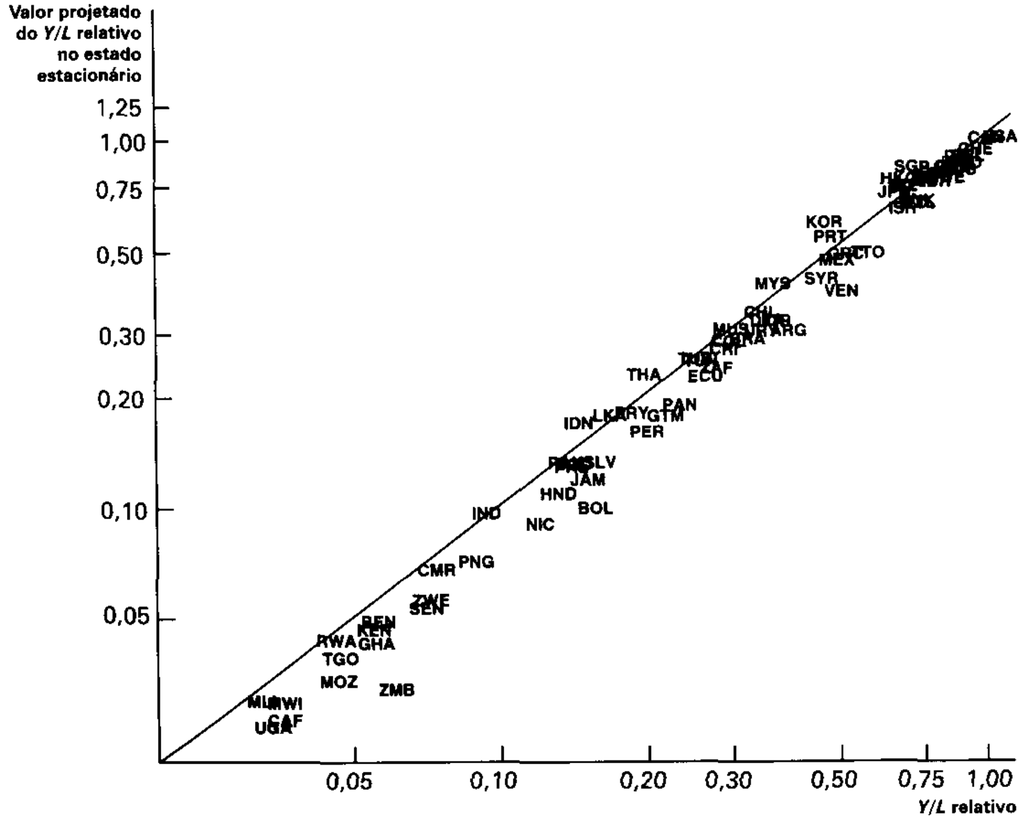
Como podemos incorporar os níveis de tecnologia vigentes ao cálculo? Um método simples usa a função de produção para calcular o nível de

A para cada economia. Por exemplo, resolvendo a equação (3.5) para A obtemos

$$A = \left(\frac{y}{k}\right)^{\alpha/1-\alpha} \frac{y}{h}.$$

Com os dados de PIB por trabalhador, capital por trabalhador e escolaridade, de cada país, podemos usar essa equação para estimar os níveis de A. Incorporando esses níveis tecnológicos (calculados para o ano de 1990) à equação (3.9), melhoramos consideravelmente o ajustamento do modelo neoclássico, como mostra a Figura 3.2: agora os países se situam muito próximos da linha de 45 graus. A implicação é clara. Países como Uganda e Moçambique são pobres porque têm baixas taxas de investimento e de escolaridade e baixos níveis tecnológicos. Países como os da Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OCDE) são ricos porque têm altos valores para esses determinantes.

FIGURA 3.2 "AJUSTAMENTO" INCORPORANDO DIFERENÇAS DE TECNOLOGIA, 1990.



Nota: Os eixos apresentam escala logarítmica.

O Quadro 3.1 oferece uma visão mais pormenorizada dos dados e das evidências. As duas primeiras colunas do quadro registram os valores corrente e projetado do PIB por trabalhador em relação aos EUA. Confirmando os resultados apresentados na Figura 3.2, o modelo prevê, de forma ampla, quais países serão ricos e quais serão pobres. Em especial, o modelo faz uma boa distinção entre países como Estados Unidos, Alemanha e França e países como Índia e Uganda.

Uma observação mais atenta das estimativas de A apresentada no Quadro 3.1 revela algo interessante: embora os níveis de A estejam altamente correlacionados com os níveis de renda, a correlação não é perfeita. Notadamente, países como França e Hong Kong têm estimativas muito altas de A. Esta observação nos leva a uma afirmação importante: estimativas de A calculadas dessa maneira são como os resíduos da decomposição do crescimento: incorporam *quaisquer* diferenças na produção não explicadas pelos insumos. Por exemplo, não temos controle sobre as diferenças de qualidade dos sistemas educacionais dos diferentes países, de modo que essas diferenças estarão incluídas em A. Nesse sentido, pareceria mais adequado referir-se a essas estimativas como a níveis de produtividade total dos fatores do que como níveis tecnológicos.[6]

QUADRO 3.1 DADOS E PROJEÇÕES DO MODELO NEOCLÁSSICO

	y/y_{EUA}					
	Dados correntes 1990	Valor projetado de EE	s_K	u	n	$\hat{A}_{90}$
EUA	1,00	1,00	0,210	11,8	0,009	1,00
Alemanha Ocidental	0,80	0,83	0,245	8,5	0,003	1,02
Japão	0,61	0,71	0,338	8,5	0,006	0,76
França	0,82	0,85	0,252	6,5	0,005	1,28
Reino Unido	0,73	0,76	0,171	8,7	0,002	1,10
Argentina	0,36	0,30	0,146	6,7	0,014	0,61
Índia	0,09	0,10	0,144	3,0	0,021	0,30
Zimbabwe	0,07	0,06	0,131	2,6	0,034	0,20
Uganda	0,03	0,02	0,018	1,9	0,024	0,25
Hong Kong	0,62	0,77	0,195	7,5	0,012	1,25
Taiwan	0,50	0,64	0,237	7,0	0,013	0,99
Coréia do Sul	0,43	0,59	0,299	7,8	0,012	0,74

Fonte: Penn World Tables Mark 5.6, uma atualização de Summers e Heston (1991) e cálculos do autor.
Nota: As taxas de investimento e de crescimento populacional representam médias para o período 1980-90. u denota o número médio de anos de escolaridade da força de trabalho em 1985. $\hat{A}_{90}$ é a estimativa da razão A/A_{EUA} em 1990. A segunda coluna registra as projeções para os dados de renda relativa no estado estacionário feitas a partir dos dados acima, como mencionamos no texto.

6 Ver Hall e Jones (1996), que estudam mais atentamente essas diferenças.

O modelo de Solow é muito bem-sucedido no que se refere a facilitar nosso entendimento em relação à ampla variação na riqueza das nações. Países que investem uma grande parcela de seus recursos em capital físico e na acumulação de qualificações são ricos. Países que usam esses insumos de modo produtivo são ricos. Os países que falham em algum desses pontos sofrem a correspondente redução na renda. Obviamente, uma coisa que o modelo de Solow não faz é ajudar-nos a entender *por que* alguns países investem mais do que outros e *por que* alguns países atingem níveis de tecnologia ou de produtividade mais elevados. O tratamento dessas questões é o objetivo do Capítulo 7. Como uma prévia, as respostas estão estreitamente ligadas às políticas e instituições do governo.

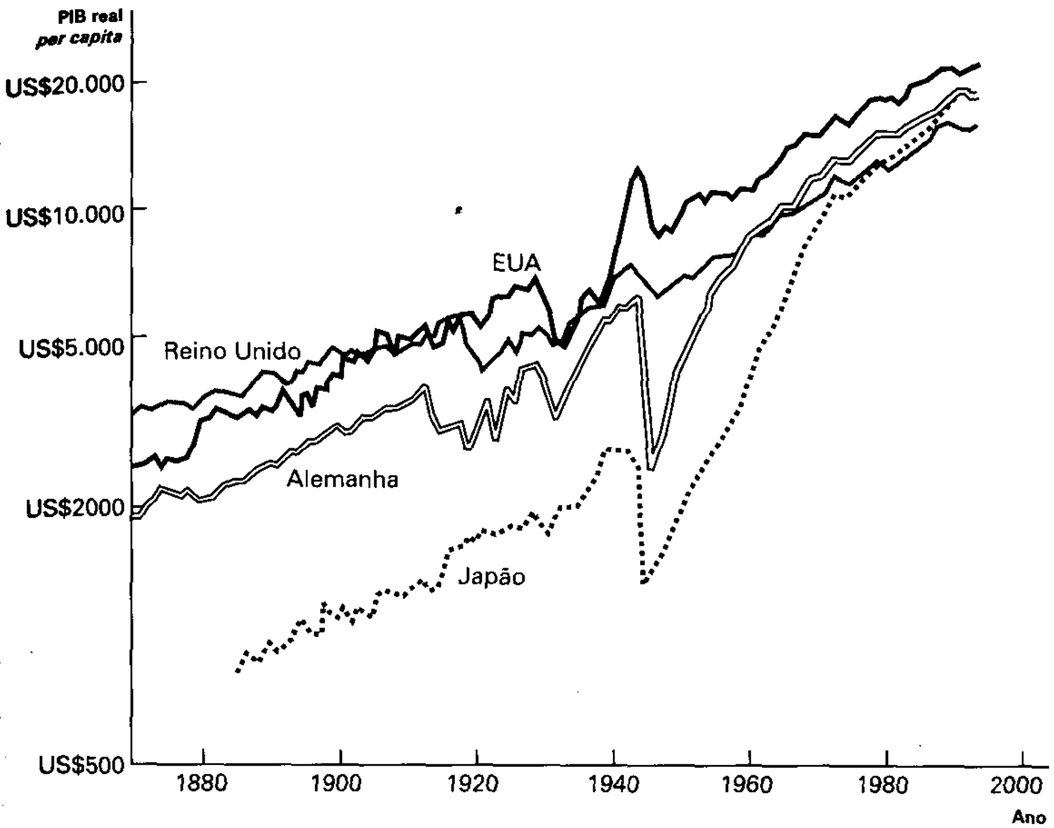
3.2 CONVERGÊNCIA E EXPLICAÇÃO DAS DIFERENÇAS NAS TAXAS DE CRESCIMENTO

Já tratamos atentamente da capacidade do modelo neoclássico de explicar diferenças nos níveis de renda entre economias, mas qual o seu desempenho na explicação das diferenças nas taxas de crescimento? Uma hipótese aventada por historiadores econômicos com Aleksander Gerschenkron (1952) e Moses Abramovitz (1986) é que, pelo menos em certas circunstâncias, os países "atrasados" tendem a crescer mais rápido que os países ricos, a fim de fechar o hiato entre os dois grupos. Esse fenômeno de superação é denominado *convergência*. Por razões óbvias, as questões relativas à convergência têm estado no centro de muitos dos trabalhos empíricos sobre o crescimento. Documentamos no Capítulo 1 as enormes diferenças de nível de renda *per capita* entre países: a pessoa típica nos Estados Unidos gasta em dez dias o equivalente à renda anual de uma pessoa típica da Etiópia. A questão da convergência procura descobrir se essas enormes diferenças ficam menores com o tempo.

Uma das razões importantes para a convergência seria a transferência de tecnologia, mas o modelo neoclássico de crescimento apresenta outra explicação para o fenômeno que vamos analisar nesta seção. Primeiro, contudo, vejamos a evidência histórica sobre a convergência.

William Baumol (1986), atento às análises dos historiadores econômicos, foi um dos primeiros economistas a apresentar evidências estatísticas documentando a convergência entre alguns países e a falta de convergência entre outros. A primeira evidência apresentada por Baumol é ilustrada na Figura 3.3, que representa graficamente o PIB *per capita* (em escala logarítmica) para várias economias industrializadas no período de 1870 a 1994. O estreitamento do hiato entre países é evidente na figura. É interessante mencionar que, em 1870, o "líder" em termos de PIB *per capita* era a Austrália (não aparece na figura). O Reino Unido tinha o segundo PIB *per capita* mais elevado e era reconhecido como o centro industrial do mundo ocidental. Em fins do século os Estados Unidos já tinham ultrapassado a Austrália e o Reino Unido e permaneceram "líderes" desde então.

FIGURA 3.3 PIB *PER CAPITA*, 1870-1994.



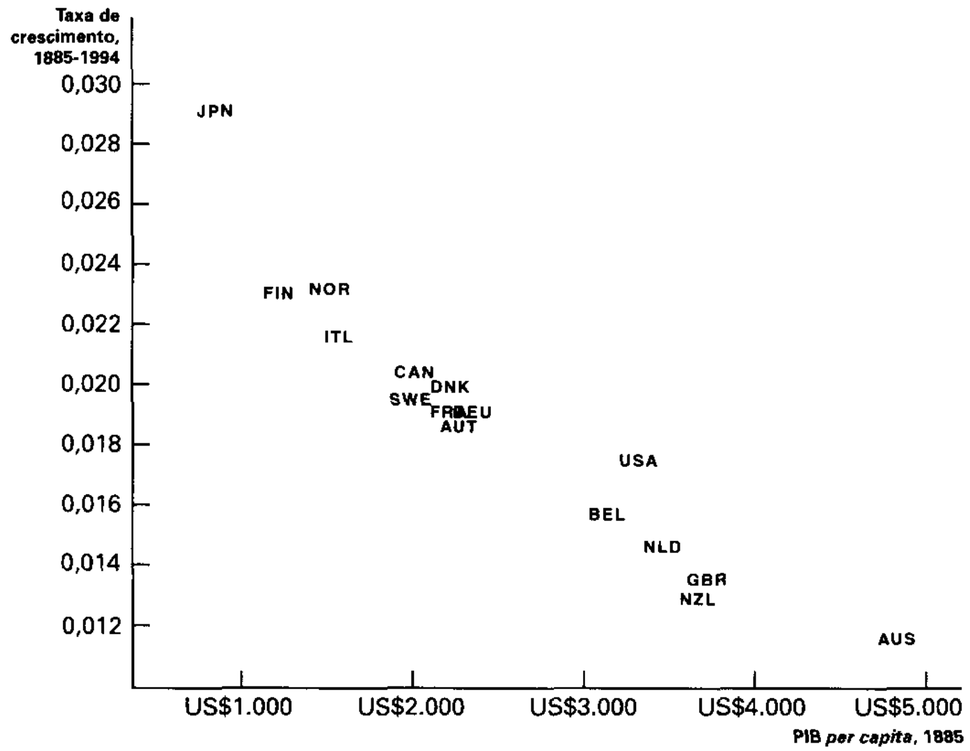
A Figura 3.4 revela a capacidade da hipótese da convergência de explicar por que alguns países cresceram rápido e outros de maneira mais lenta ao longo do último século. O gráfico plota o PIB *per capita* inicial de um país (em 1885) e a taxa de crescimento do país entre 1885 e 1994. A figura revela uma forte relação negativa entre as duas variáveis: países como a Austrália e o Reino Unido, que eram relativamente ricos em 1885, cresceram mais lentamente, enquanto países como o Japão, que eram relativamente pobres, cresceram a uma maior velocidade. A hipótese da convergência parece explicar adequadamente as diferenças nas taxas de crescimento, pelo menos nessa amostra de países industrializados.[7]

As Figuras 3.5 e 3.6 plotam as taxas de crescimento *versus* o PIB inicial na OCDE e no mundo para o período 1960-90. A Figura 3.5 mostra que a hipótese da convergência funciona muito bem para explicar as taxas de crescimento dos países da OCDE no período considerado. Antes, porém, de de-

[7] J. Bradford De Long (1988) faz uma importante crítica a esse resultado. Ver o Exercício 4, no final do capítulo.

clarar que a hipótese é um sucesso, observe que a Figura 3.6 mostra que a hipótese da convergência não consegue explicar diferenças em taxas de crescimento no mundo como um todo. Baumol também registrou o fato: quando se consideram grandes amostras de países, não parece que os países pobres estejam crescendo mais rápido que os países ricos. Os países pobres não estão "reduzindo o hiato" existente nas rendas *per capita*. (Recorde que o Quadro 1.1, no Capítulo 1, sustenta essa hipótese.)

FIGURA 3.4 TAXAS DE CRESCIMENTO *VERSUS* PIB *PER CAPITA* INICIAL, 1885-1994.



Por que, então, vemos convergência entre alguns conjuntos de países mas uma falta de convergência entre os países de todo o mundo? O modelo neoclássico de crescimento sugere uma explicação importante para esta constatação.

Considere a principal equação diferencial do modelo neoclássico de crescimento, dada na equação (3.7). Essa equação pode ser reescrita como

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = s_K \frac{\tilde{y}}{\tilde{k}} - (n + g + d). \tag{3.10}$$

FIGURA 3.5 CONVERGÊNCIA NA OCDE, 1960-90.

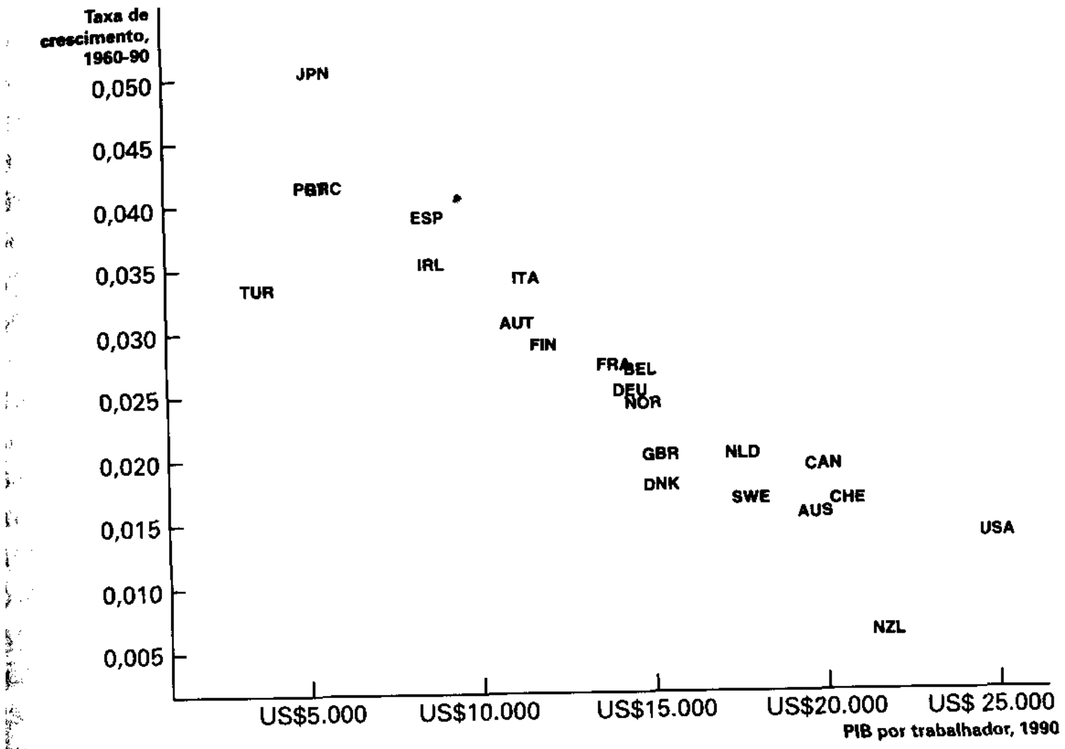
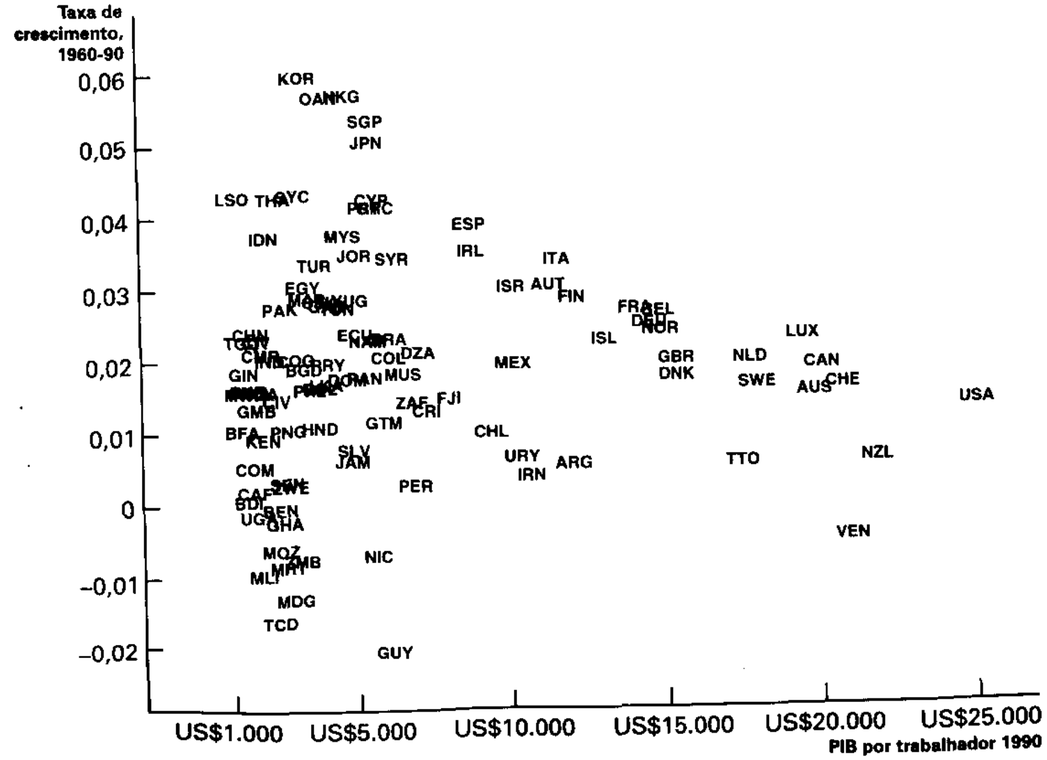


FIGURA 3.6 FALTA DE CONVERGÊNCIA NO MUNDO, 1960-90.



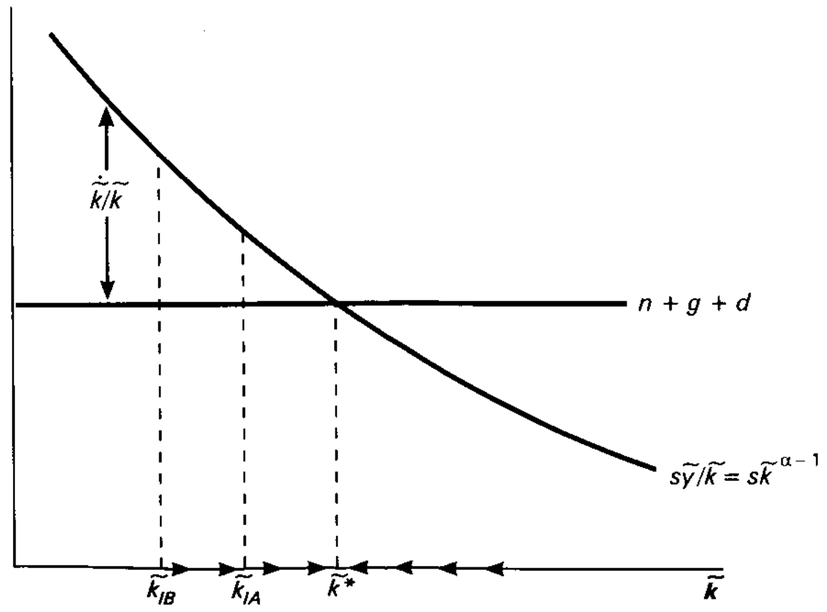
Recorde que $\tilde{y}$ é igual a $\tilde{k}^{\alpha}$. Portanto, o produto médio do capital, $\tilde{y}/\tilde{k}$, é igual a $\tilde{k}^{\alpha-1}$. Em especial, ele declina quando $\tilde{k}$ aumenta, em decorrência dos retornos decrescentes à acumulação de capital do modelo neoclássico.

Como no Capítulo 2, podemos analisar essa equação mediante um gráfico simples, apresentado na Figura 3.7. As duas curvas da figura representam os dois termos do lado direito da equação (3.10). Portanto, a diferença entre as curvas é a taxa de crescimento de $\tilde{k}$. Observe que a taxa de crescimento de $\tilde{y}$ é simplesmente proporcional a essa diferença. Mais ainda, como a taxa de crescimento da tecnologia é constante, quaisquer alterações nas taxas de crescimento de $\tilde{k}$ e de $\tilde{y}$ devem ser decorrentes de mudanças nas taxas de crescimento do capital por trabalhador, k, e do produto por trabalhador, y.

Imagine que a economia de AtrasadonoInício começa com uma razão capital-tecnologia $\tilde{k}_{IB}$, mostrada na Figura 3.7, enquanto o país vizinho, AdiantadonoInício, começa com a razão capital-tecnologia $\tilde{k}_{IA}$. Se essas duas economias têm os mesmos níveis de tecnologia, as mesmas taxas de investimento e de crescimento populacional, então AtrasadonoInício crescerá temporariamente mais rápido do que AdiantadonoInício. O hiato do produto por trabalhador dos dois países irá se estreitando à medida que ambas as economias se aproximam do mesmo estado estacionário. Uma previsão importante do modelo neoclássico é: *Entre países que apresentam o mesmo estado estacionário, a hipótese da convergência se sustenta; os países pobres crescerão mais rápido, em média, do que os países ricos.*

No caso dos países da OCDE ou dos países industrializados, a hipótese de que suas economias têm níveis tecnológicos, taxas de investimento e de crescimento populacional semelhantes não parece inadequada. Então, o modelo neoclássico preveria a convergência que vimos nas Figuras 3.4 e 3.5. Esse mesmo raciocínio sugere uma explicação atraente para a *falta* de convergência entre todos os países do mundo: nem todos os países apresentam o mesmo estado estacionário. De fato, como vimos na Figura 3.2, as diferenças nos níveis de renda em redor do mundo refletem em boa medida diferenças no estado estacionário. Como nem todos os países têm as mesmas taxas de investimento e de crescimento populacional ou os mesmos níveis tecnológicos, não se pode esperar que rumem para o mesmo estado estacionário.

FIGURA 3.7 DINÂMICA DA TRANSIÇÃO NO MODELO NEOCLÁSSICO.



Outra importante previsão do modelo neoclássico se relaciona com as taxas de crescimento. Essa previsão que aparece em vários modelos de crescimento é suficientemente importante para que lhe demos um nome, o "princípio da dinâmica da transição":

> Quanto mais "abaixo" do seu estado estacionário estiver uma economia, tanto mais ela deverá crescer. Quanto mais "acima" a economia estiver do seu estado estacionário, mais lentamente ela irá crescer.[8]

Este princípio é claramente ilustrado pela análise da equação (3.10) oferecida pela Figura 3.7. Embora seja um aspecto-chave do modelo neoclássico, o princípio da dinâmica da transição se aplica muito mais amplamente. Nos Capítulos 5 e 6, por exemplo, veremos que ele é também uma característica dos modelos da nova teoria do crescimento que torna endógeno o progresso tecnológico.

Mankiw *et al.* (1992) e Barro e Sala-i-Martin (1992) mostram que a previsão do modelo neoclássico pode explicar diferenças nas taxas de crescimento de diferentes países. A Figura 3.8 ilustra esse ponto representando graficamente a taxa de crescimento do PIB por trabalhador, de 1960 a 1990, e os desvios (em logaritmos) entre o PIB por trabalhador de 1960 e seus valores no estado estacionário, previstos como no Quadro 3.1. Comparando as Figuras 3.6 e 3.8, verifica-se que, embora os países pobres não cresçam necessariamente a uma taxa mais rápida, os países que são "pobres" em relação ao seu próprio estado estacionário tendem a crescer mais rápido. Em 1960, bons exemplos de tal tipo de país foram Coréia, Japão, Cingapura e Hong Kong – economias que cresceram muito rapidamente nos trinta anos seguintes, tal como seria previsto pelo modelo neoclássico.[9]

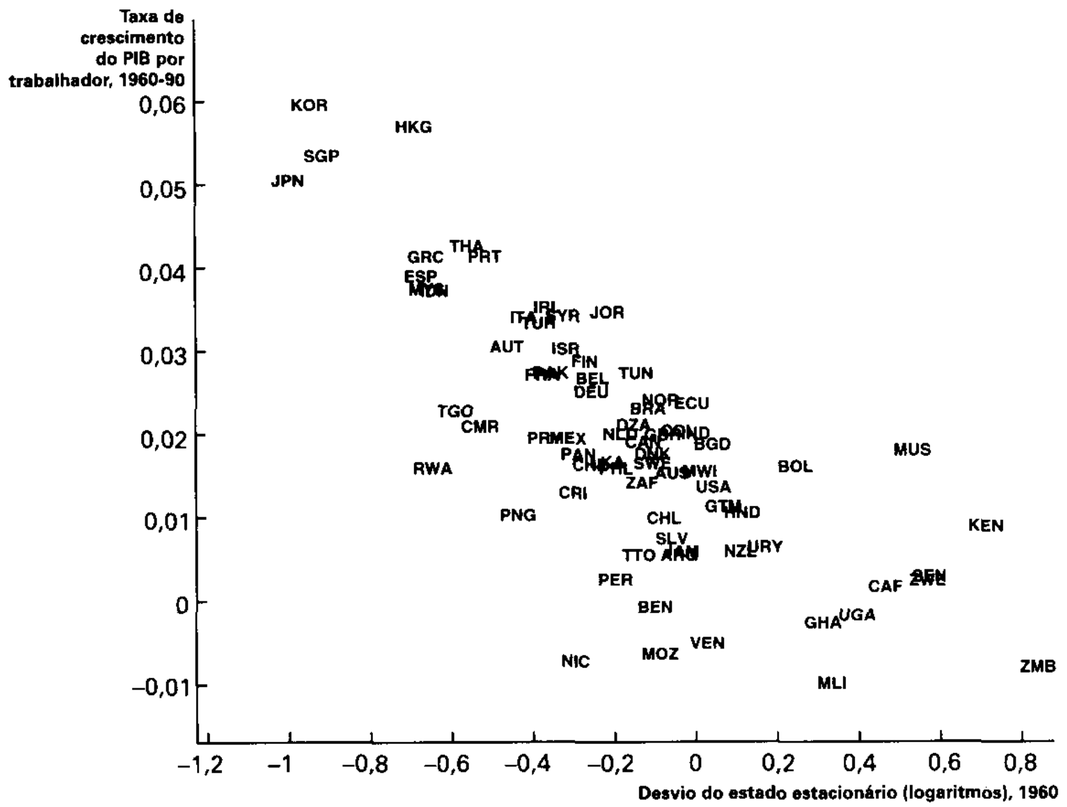
---

[8] Nos modelos simples de crescimento, como muitos dos apresentados nesse livro, este princípio funciona bem. Em modelos mais complexos, com mais variáveis de situação, contudo, ele terá que ser modificado.

[9] Mankiw, Romer e Weil (1992) e Barro e Sala-i-Martin (1992) chamaram esse fenômeno de "convergência condicional", porque reflete a convergência de países depois que foi feito um controle ("uma condição") relativo ao estado estacionário. É importante ter em mente o significado dessa "convergência condicional". É simplesmente a confirmação de um resultado previsto pelo modelo neoclássico de crescimento: os países com estados estacionários semelhantes registrarão convergência. Isso não quer dizer que todos os países do mundo convergirão para o mesmo estado estacionário, mas apenas que eles estão convergindo para seu próprio estado estacionário de acordo com um modelo teórico comum.

Essa análise da convergência foi ampliada por vários autores para diferentes grupos de economias. Por exemplo, Barro e Sala-i-Martin (1991, 1992) mostram que os estados dos EUA, regiões da França e distritos do Japão registram convergência "incondicional" semelhante à que se observa nos países da OCDE. Isto se encaixa na previsão do modelo de Solow se as regiões de um país forem semelhantes em termos de investimento e crescimento populacional, como parece razoável.

FIGURA 3.8 CONVERGÊNCIA "CONDICIONAL" NO MUNDO, 1960-90.



Nota: O desvio (em logaritmo) em relação ao estado estacionário de 1960, para os EUA, foi normalizado para zero. Estimativas de A em 1970, em lugar de 1990, foram usadas no cálculo do estado estacionário.

Como o modelo neoclássico explica as grandes diferenças nas taxas de crescimento documentadas no Capítulo 1? O princípio da dinâmica da transição oferece a resposta: os países que não alcançaram seu estado estacionário não deverão crescer à mesma taxa. Aqueles que estão "abaixo" do seu estado estacionário crescerão rapidamente, os que estão "acima" crescerão mais lentamente.

Como vimos no Capítulo 2, há muitas razões pelas quais os países podem não estar no estado estacionário. Um aumento na taxa de investimento, uma mudança na taxa de crescimento populacional, ou um fato como a Segunda Guerra Mundial que destrói boa parte do estoque de capital de um país gerará um hiato entre a renda corrente e a renda do estado estacionário. Esse hiato vai alterar as taxas de crescimento até que a economia volte à sua trajetória para o estado estacionário. Outros "choques" podem também provocar diferenças temporárias nas taxas de crescimento. Por exemplo, grandes variações nos preços do petróleo terão impactos importantes sobre o desempenho dos países exportadores de petróleo. A má administração macroeconômica também pode gerar alterações temporárias no desempenho do crescimento. A hiperinflação registrada em muitos países da América Latina durante os anos 1980 é um bom exemplo disso. Trabalhando em outra direção, reformas de política econômica que desloquem a trajetória do estado estacionário para cima podem gerar aumentos nas taxas de crescimento ao longo da trajetória de transição. Aumentos na taxa de investimento, na acumulação de qualificações ou no nível de tecnologia terão esse efeito.[10]

3.3 A EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA RENDA

A convergência, o fechamento do hiato entre países ricos e pobres, é apenas um dos resultados entre os vários possíveis. Talvez os países mais pobres estejam ficando para trás, enquanto os países com rendas "intermediárias" convergem em direção aos mais ricos. Ou, quem sabe, os países não estejam se aproximando mas, ao contrário, estejam se distanciando, os países ricos estejam ficando mais ricos, e os pobres, ainda mais pobres. De modo mais geral, essas questões centram-se na evolução da distribuição da renda *per capita* dos vários países do mundo.[11]

A Figura 3.9 ilustra um fato importante a respeito da evolução da renda: para o mundo como um todo, os imensos hiatos de renda entre os países em geral não se estreitaram ao longo do tempo. O gráfico plota a razão entre o PIB por trabalhador nos 5% dos países mais ricos do mundo e o PIB por trabalhador nos 5% dos países mais pobres. Em 1960, o PIB por trabalhador nos países do extremo superior da distribuição era mais de 25 vezes a renda dos países mais pobres. Se houve alguma mudança, o hiato era ainda maior em 1990.

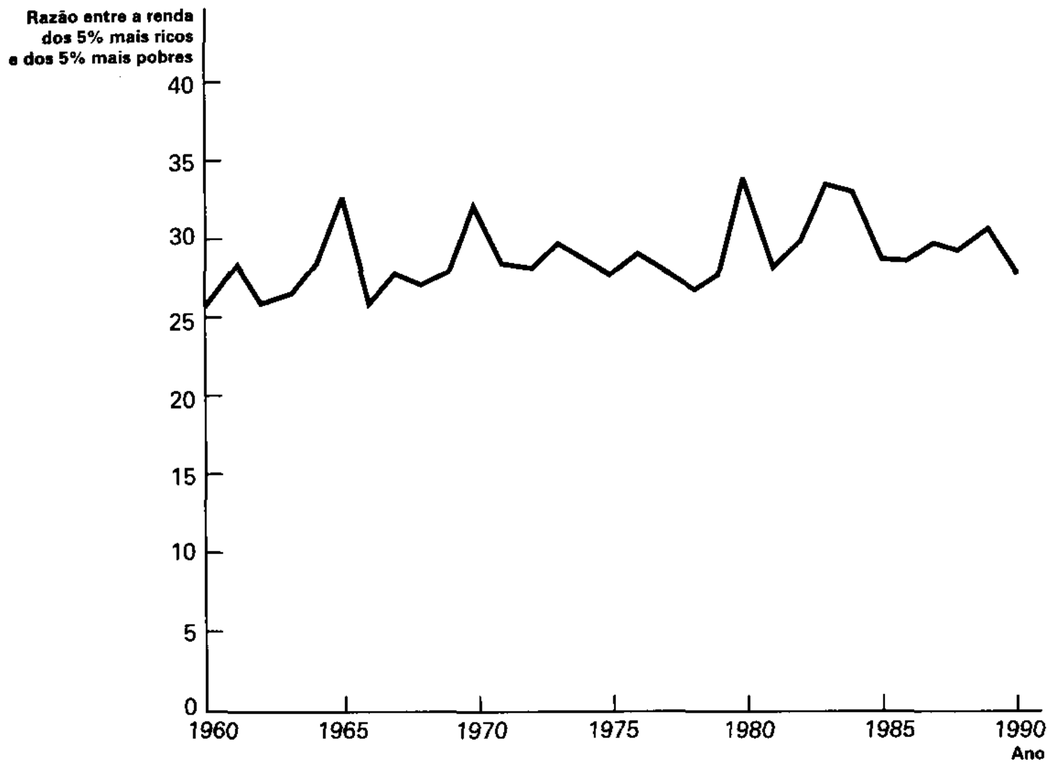
Enquanto a Figura 3.9 mostra que a "largura" da distribuição de renda não se reduziu, a Figura 3.10 examina as mudanças em cada ponto da distribuição de renda. De acordo com o gráfico, 50% dos países tinham rendas relativas que eram equivalentes a menos de 20% do PIB por trabalhador dos EUA em 1960; e 80% dos países tinham rendas relativas inferiores a 40% do PIB por trabalhador dos EUA. Em 1990, esses números tinham melhorado, sobretudo no extremo superior: o 50º percentil era equivalente a pouco mais de 20% do

[10] Barro (1991) e Easterly, Kremer *et al.* (1993) apresentam análises empíricas dos motivos que levaram vários países a exibir diferentes taxas de crescimento a partir de 1960.

[11] Jones (1997a) oferece uma visão geral da literatura sobre a distribuição mundial da renda. Quah (1993, 1996) discute esse tópico em mais detalhes.

PIB por trabalhador dos EUA, enquanto que o 80º percentil era de mais de 60%. Já as economias mais pobres – aquelas situadas abaixo do 30º percentil, por exemplo – registravam em 1990 rendas relativas inferiores, de fato, àquelas de 1960. Nesse sentido, pode-se dizer que houve algum "efeito de superação" ou "convergência" no meio e no extremo superior da distribuição de renda entre 1960 e 1990, mas "divergência" no extremo inferior.[12]

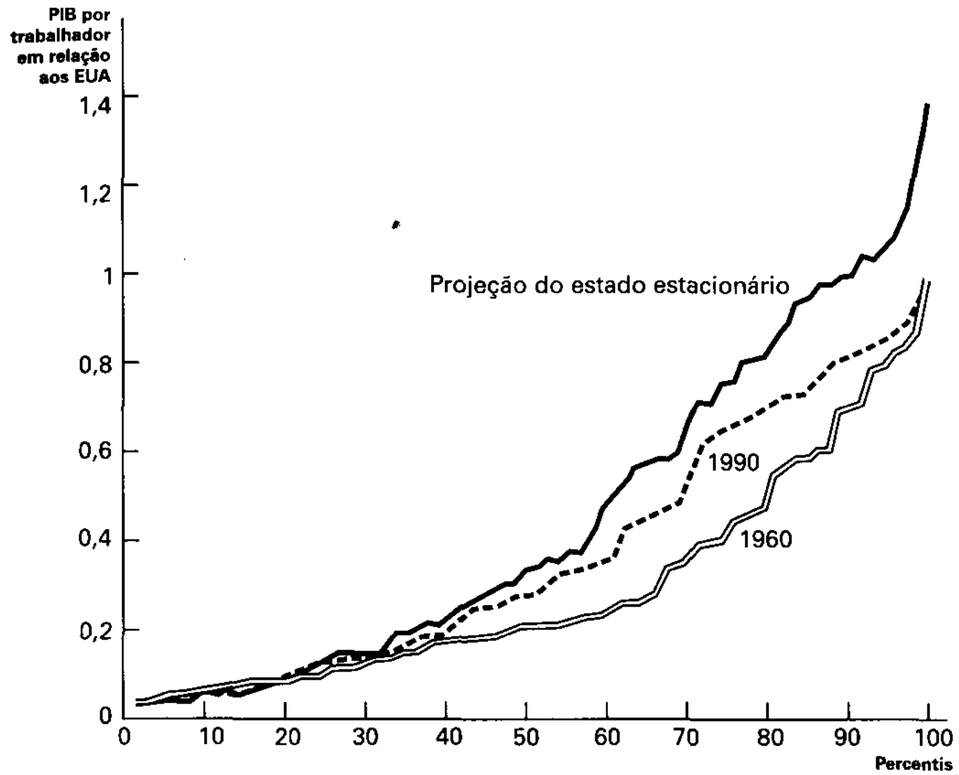
FIGURA 3.9 RAZÃO ENTRE A RENDA DOS 5% DE PAÍSES MAIS RICOS E DOS 5% DE PAÍSES MAIS POBRES, 1960-90.



O modelo neoclássico nos permite considerar qual a possível evolução da distribuição de renda no futuro. Recorde que na Figura 3.2 foram examinadas as rendas relativas de 1990 em comparação às rendas relativas no estado estacionário tal como projetadas pelo modelo neoclássico. Embora fosse bom, o ajustamento do modelo neoclássico não era perfeito, e uma maneira de interpretá-lo é que a distribuição de renda ainda está em evolução. Além disso, as taxas de investimento em capital humano estão crescendo em vários países, possibilitando assim evolução da distribuição de renda.

[12] É interessante comparar esse dado com os resultados do Capítulo 1. Uma diferença importante é que a unidade de observação nesse caso é o *país*, enquanto a unidade de observação nas distribuições apresentadas no Capítulo 1 era o *indivíduo*.

FIGURA 3.10 EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DA RENDA, 1960 E 1990.



Nota: Cada ponto (x,y) do gráfico indica que x% dos países tem um PIB por trabalhador menor ou igual a y. Setenta e quatro países estão incluídos no cálculo.

A terceira linha da Figura 3.10 representa uma simples projeção da distribuição dos níveis de renda relativa no estado estacionário.[13] Alguns resultados interessantes são evidentes. Primeiro, no topo da distribuição de renda, prevê-se que algumas economias terão rendas relativas *superiores* à dos EUA. Essas economias incluem Cingapura, França, Espanha e Itália. Por quê? A resposta é direta: no modelo neoclássico, as rendas relativas são determinadas pela taxa de investimento e pela taxa de crescimento populacional, e as taxas de investimento dos EUA não são as mais altas do mundo. A partir de 1990, os níveis de produtividade e de escolaridade dos EUA compensaram isso, mas, supondo que a distribuição dos níveis de produtividade permaneça inalterada ao longo do tempo, essa liderança não poderá, de acordo com o modelo, persistir. Mais ainda, na medida em que países como o Japão registram um aumento em seus níveis de produtividade relativa, como parece razoável, a posição dos EUA poderia até ser inferior no longo prazo.

Até que ponto devemos levar a sério essa previsão? Há muitos anos os economistas se preocupam com as baixas taxas de investimento dos EUA.

[13] As únicas diferenças em relação ao estado estacionário registrado no Quadro 3.1 é que foram consideradas as matrículas correntes na projeção do nível de escolaridade futuro da força de trabalho, em cada país. Ver Jones (1996) para mais detalhes.

Em muitos sentidos, a previsão relativa à evolução da distribuição da renda é um resultado natural desse fato. Como já foi dito, qualquer liderança tecnológica que os Estados Unidos tiverem tende a se reduzir, reforçando a tendência geral registrada no topo da distribuição da renda. Mais ainda, há um precedente histórico para essa mudança: no início do século, Austrália e Reino Unido estavam no topo da distribuição de renda e, antes, provavelmente a Holanda já tivera a renda *per capita* mais elevada. Ao mesmo tempo, porém, as taxas de investimento extremamente elevadas que se observam em países como Cingapura e Japão não têm probabilidade de persistir ao longo do tempo, o que talvez permita aos Estados Unidos manterem sua renda relativa elevada.

Outra previsão interessante quanto à forma de distribuição de renda se refere aos países no extremo oposto da distribuição. Como mostra a Figura 3.10, de acordo com o modelo neoclássico esses países não registram tendência para suas rendas relativas. Esses países parecem ter alcançado o estado estacionário com suas baixas rendas. Isso também pode ser visto, na Figura 3.2, no ajustamento relativamente bom do modelo para as baixas rendas. E se pudermos dizer alguma coisa, é que esses países parecem registrar uma queda nas rendas relativas. No conjunto, portanto, vemos que é difícil caracterizar a distribuição de renda mundial, no futuro próximo, com uma única palavra como "convergência" ou "divergência". No extremo inferior, os países de baixa renda tendem a permanecer na mesma posição relativa face aos EUA, ou talvez até a registrar um declínio na renda relativa. Por outro lado, no extremo superior da distribuição vários países deverão alcançar os Estados Unidos, e é muito provável que alguns venham a ultrapassar a renda *per capita* dos EUA.[14]

EXERCÍCIOS

1. *Para onde vão essas economias?* Veja os seguintes dados:

	$\hat{y}_{90}$	s_K	u	n	$\hat{A}_{90}$
EUA	1,00	0,210	11,8	0,009	1,00
Canadá	0,93	0,253	10,4	0,010	1,05
Brasil	0,30	0,169	3,7	0,021	0,77
China	0,06	0,222	7,6	0,014	0,11
Quênia	0,05	0,126	4,5	0,037	0,16

Suponha que $g + d = 0{,}075$, $\alpha = 1/3$, e $\phi = 0{,}10$ para todos os países. Usando o tipo de análise empregado no Quadro 3.1, estime a renda desses países no estado estacionário em relação aos EUA. Considere dois casos extremos: (a) as razões da PTF de 1990 são mantidas e (b) os níveis da PTF convergem completamente. Em cada caso, qual economia crescerá mais lentamente na próxima década e qual crescerá mais lentamente? Por quê?

2. *O que são variáveis de situação?* A idéia básica na solução de modelos dinâmicos que contêm equações diferenciais é, primeiro, escrever o modelo de modo que, ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, alguma variável de situação permaneça constante. No Capítulo 2, empregamos y/A e k/A como variáveis de situação. Nesse capítulo, usamos y/Ah e k/Ah. Lembre-se, contudo, que h é uma constante. Este raciocínio sugere que deveríamos poder resolver o modelo usando y/A e k/A como variáveis de situação. Experimente. Isto é, resolva o modelo de crescimento das equações (3.1) a (3.4) para obter a solução da equação (3.8) usando y/A e k/A como variáveis de situação.

3. *Falácia de Galton* (baseado em Quah, 1993). No fim do século passado, Sir Francis Galton, famoso estatístico inglês, estudou a distribuição da altura da população britânica e a sua evolução ao longo do tempo. Em especial, Galton observou que os filhos de pais altos tendiam a ser de menor estatura que seus pais, e vice-versa. Galton se preocupou com o fato de que isso representasse algum tipo de regressão rumo à "mediocridade". Imagine que temos uma população de 10 mães que têm 10 filhas. Suponha que suas alturas são determinadas da seguinte maneira: coloque em um chapéu dez pedaços de papel onde se escreveram as alturas na seqüência 5'1'', 5'2'', 5'3'', ... 5'10''. Retire um número do chapéu e considere que é a altura de uma mãe. Sem recolocar o papel que você tirou, tire outro número e continue. Agora imagine que as alturas das filhas são determinadas pelo mesmo processo, recolocando os papéis no chapéu e fazendo novo sorteio. As mães altas terão filhas mais baixas e vice-versa? Imagine que as alturas correspondam a níveis de renda, e observe os níveis de renda em dois pontos do tempo, 1960 e 1990. O que a falácia de Galton implica em relação a um gráfico em que as rendas iniciais são confrontadas com suas taxas de crescimento? Isto significa que os gráficos desse capítulo são inúteis?[15]

4. *Reconsiderando os resultados de Baumol.* J. Bradford De Long (1988), em um comentário a respeito dos resultados de Baumol sobre a convergência dos países industrializados no século passado, assinalou que o resultado poderia ter sido influenciado pelo processo de seleção dos países. Em particular, De Long observou duas coisas. Primeira, só foram incluídos países que eram ricos no final do período (isto é, nos anos 1980). Segunda, vários

[14] Lant Pritchett (1997) faz uma interessante observação mostrando que a divergência caracteriza a distribuição mundial de renda no prazo muito longo. Um milhão de anos atrás, por exemplo, todos éramos caçadores e coletadores com uma renda de subsistência. Hoje, algumas economias permanecem muito próximas do nível de subsitência, enquanto outras são substancialmente ricas.

[15] Ver Quah (1993) e Friedman (1992).

dos países não incluídos, como a Argentina, eram, em 1870, mais ricos que o Japão. A partir dessas observações, critique e discuta os resultados de Baumol. Essas críticas se aplicam aos resultados para a OCDE? E para o mundo?

5. *Modelo Mankiw-Romer-Weil (1992).* Como foi mencionado neste capítulo, a extensão do modelo de Solow que apresentamos difere ligeiramente daquele de Mankiw, Romer e Weil (1992). Este problema pede que você resolva esse modelo. A diferença-chave é o tratamento do capital humano. Os três autores supõem que o capital humano é acumulado do mesmo modo que o capital físico, que é medido em unidades de produto em vez de anos.
Suponha que a produção é dada por $Y = K^{\alpha}H^{\beta}(AL)^{1-\alpha-\beta}$, onde α e β são constantes entre zero e um, cuja soma também fica entre zero e um. O capital humano é acumulado como o capital físico:

$$\dot{H} = s_H Y - dH,$$

onde s_H é a parcela constante de produto investida em capital humano. Suponha que o capital físico é acumulado como na equação (3.4), que a força de trabalho cresce a uma taxa n, e que o progresso tecnológico evolui a uma taxa g. Resolva o modelo para a trajetória de produto por trabalhador $y \equiv Y/L$ durante o crescimento equilibrado como função de s_K, s_H, n, g, d, α e β. Comente as diferenças entre essa solução e a da equação (3.8). *Dica*: defina variáveis de situação como y/A, h/A e k/A.

4 A ECONOMIA DAS IDÉIAS

Os modelos neoclássicos estudados até aqui são, sob vários aspectos, teorias do crescimento econômico embasadas no capital. Essas teorias focalizam a modelagem da acumulação do capital físico e humano. Em outro sentido, porém, as teorias destacam a importância da tecnologia. Por exemplo, os modelos não geram crescimento econômico na ausência de progresso tecnológico, e as diferenças na produtividade contribuem para explicar por que alguns países são ricos e outros pobres. Desse modo, a teoria neoclássica do crescimento põe em destaque sua própria deficiência: embora a tecnologia seja um componente central da teoria neoclássica, não é modelado. As melhorias tecnológicas ocorrem de modo exógeno a uma taxa constante, g, e as diferenças de tecnologia entre economias permanecem inexplicadas. Neste capítulo, vamos estudar questões amplas associadas à criação de um modelo econômico de tecnologia e melhoria tecnológica.

4.1 O QUE É TECNOLOGIA

Na economia do crescimento e do desenvolvimento, o termo tecnologia tomou um significado muito específico: *tecnologia* é a maneira como os insumos são transformados em produto no processo produtivo. Por exemplo, se temos uma função de produção geral, $Y = F(K, L, \cdot)$, então a tecnologia de produção é dada pela função $F(\cdot)$; esta função explica como os insumos são transformados em produto. Na função de produção Cobb-Douglas dos capítulos anteriores, $Y = K^{\alpha}(AL)^{1-\alpha}$, A é um índice de tecnologia.[1]

[1] O parâmetro α é também parte da "tecnologia" de produção.

As *idéias* melhoram a tecnologia de produção. Uma nova idéia permite que um dado pacote de insumos gere um produto maior ou melhor. Um bom exemplo de idéia foi apresentado por Paul Romer (1990). Os homens de Neanderthal usavam óxido de ferro como pigmento em suas pinturas nas cavernas. Hoje, "pintamos" óxido de ferro em fitas magnéticas para fazer gravações de vídeo. A "idéia" que está por trás do videocassete permite-nos usar um dado pacote de insumos para gerar um nível mais elevado de utilidade. No contexto da função de produção citada anteriormente, uma nova idéia gera um aumento no índice de tecnologia, *A*.

Há muitos exemplos de idéias e melhorias tecnológicas. A lei de Moore (atribuída ao presidente da Intel, Gordon Moore) diz que o número de transistores que podem ser embutidos em um chip de computador dobra a cada 18 meses, aproximadamente. Em 1800, a iluminação era fornecida por velas e lampiões a óleo, enquanto hoje dispomos de luminárias fluorescentes muito eficientes. William Nordhaus (1994) calculou que o preço, ajustado à qualidade, da luz caiu de um fator 4.000 desde o ano 1800.[2]

As idéias não estão, contudo, confinadas aos feitos da engenharia. A criação da abordagem varejista da rede de lojas Wal-Mart, por Sam Walton, não é menos idéia do que os avanços na tecnologia dos semicondutores. O cinema multiplex e os refrigerantes dietéticos são inovações que permitem às empresas combinar insumos em novas formas que os consumidores, de acordo com a preferência revelada, consideram muito valiosas. As linhas de montagem e as técnicas de produção em massa que permitiram à empresa de Henry Ford aprontar um Modelo T a cada 24 segundos e pagar um salário de 5 dólares/dia, quando o vigente era de menos de metade, são inovações de negócio que mudaram profundamente a indústria de transformação nos EUA.

4.2 A ECONOMIA DAS IDÉIAS

Em meados dos anos 1980, Paul Romer formalizou a relação existente entre a economia das idéias e o crescimento econômico.[3] Essa relação pode ser expressa da seguinte maneira:

Idéias → Ausência de rivalidade → Retornos crescentes → Concorrência imperfeita

De acordo com Romer, uma característica inerente às idéias é que elas são não-rivais. Essa ausência de rivalidade implica a existência de rendimentos crescentes à escala. E a modelagem desses retornos crescentes em um ambiente competitivo com pesquisa intencional exige necessariamente a concorrência imperfeita. Cada um desses termos e os elos entre os mesmos serão apresentados agora pormenorizadamente. No próximo capítulo, desenvolveremos o modelo matemático que integra esse raciocínio.

Uma observação crucial, destacada por Romer (1990), é que as idéias são muito diferentes da maioria dos outros bens econômicos. A maioria dos bens, como aparelhos de som ou serviços legais, são *rivais*. Isto é, quando eu uso um aparelho de som você não pode usar o mesmo equipamento, ou quando consulto um advogado, hoje, entre as 13:00 e as 14:00, você não pode falar com esse advogado no mesmo horário. A maioria dos bens econômicos apresenta essa característica: o uso do bem por uma pessoa exclui o uso do mesmo bem por outra. Se mil pessoas desejam escutar um som, será necessário fornecer-lhes mil aparelhos de som.

Já as idéias são *não-rivais*. O fato de que a Toyota adota métodos de estocagem *just-in-time* não impede a GM de adotar a mesma prática. Uma vez criada a idéia, qualquer um que a conheça pode tirar proveito dela. Pense no projeto da nova geração de chips de computador. Criado o projeto, as fábricas de todo o país, e até do mundo, podem usar simultaneamente o projeto para produzir chips de computador, desde que estejam de posse dos planos. O papel em que os planos estão escritos é rival; as qualificações necessárias para entender os planos são rivais; mas as instruções escritas no papel – as idéias – não o são.

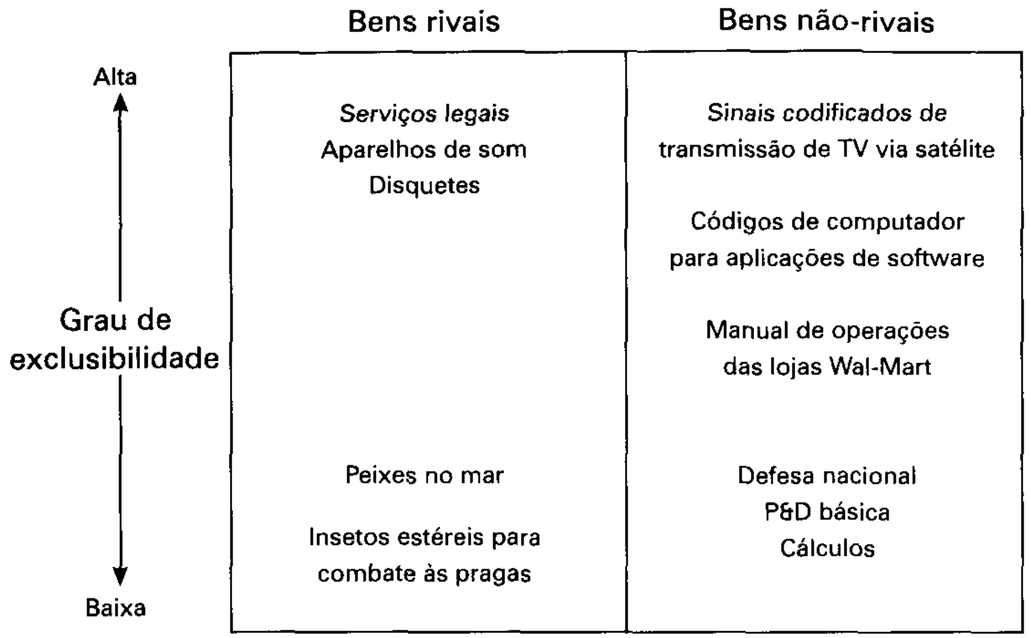
Esta última observação sugere outra importante característica das idéias, a qual a maioria dos bens econômicos compartilha: os bens econômicos são, pelo menos em parte, *excluíveis*. O grau de exclusibilidade de um bem é o grau a que o proprietário da idéia pode cobrar uma taxa pelo seu uso. A empresa que inventa o projeto da nova geração de chips pode, ao que tudo indica, trancar os planos em um cofre e restringir o acesso ao projeto, pelo menos durante algum tempo. Alternativamente, os sistemas de direito autoral e de patentes asseguram aos inventores que registram suas idéias o direto de cobrar pelo seu uso.

A Figura 4.1, extraída em grande parte de Romer (1993), lista uma variedade de bens econômicos segundo seu grau de exclusibilidade e seu caráter de rival ou não-rival. Tanto os bens rivais quanto os não-rivais têm diferentes graus de exclusibilidade. Bens como aparelhos de som, disquetes ou os serviços de um advogado são altamente excluíveis.

Bens sujeitos ao problema da "tragédia dos campos comuns" são rivais mas têm um baixo grau de exclusibilidade.[4] O exemplo clássico de tal tipo de bem é o do superpastoreio de terras comuns partilhado pelos camponeses ingleses na Idade Média. O custo da colocação de um animal a mais na pastagem comum era dividido entre todos os camponeses, mas os benefícios eram captados apenas por um deles. O resultado era um número excessivo de animais que poderiam vir a destruir os campos comuns. Resultado semelhante ocorre quando um grupo de amigos vai a um bom restaurante e divide a conta ao fim da noite – de repente, todos querem beber um vinho caro e pedir so-

[2] Ver *Economist*, 22 de outubro de 1994, p. 84.
[3] A percepção básica dessa abordagem pode ser encontrada em Phelps (1966), Shell (1967) e Romer (1986).
[4] Ver Hardin (1968).

FIGURA 4.1 ATRIBUTOS ECONÔMICOS DE BENS SELECIONADOS.



Fonte: Versão ligeiramente alterada da Figura 1 em Romer (1993).

bremesas sofisticadas. Um exemplo moderno do problema dos campos comuns é o excesso de pesca em águas internacionais.

Idéias são bens não-rivais, mas seu grau de exclusibilidade varia bastante. As transmissões de tevê por satélite codificadas são altamente excluíveis, enquanto o software de computador é menos excluível. Ambos esses produtos, ou idéias, são, em essência, um conjunto de 0s e 1s, ordenados de certa maneira a fim de transmitir informação. Os sinais digitais de uma transmissão via satélite codificada são misturados de modo a só ter utilidade para quem possui um decodificador. Já os softwares muitas vezes "não são misturados": quem tiver um *drive* pode copiar o software e dar para um amigo. As empresas de software tiram partido desse aspecto das idéias ao criar o software, mas também podem ter problemas com isso em função da pirataria. O mesmo se aplica a um manual de operação para as lojas Wal-Mart. Sam Walton expõe no manual suas idéias quanto ao gerenciamento eficiente de uma operação varejista e o entrega a todas as suas lojas. Contudo, algumas dessas idéias podem ser copiadas por um observador esperto.

Os bens não-rivais que são essencialmente não-excluíveis são, com freqüência, chamados de *bens públicos*. Um exemplo tradicional é a defesa nacional. Considere, por exemplo, o discutido sistema de defesa "Star Wars" que protegeria os Estados Unidos dos mísseis hostis. Se o sistema for proteger alguns cidadãos de Washington, D.C., ele protegerá *todos* os cidadãos da capital do país; o sistema de defesa "Star Wars" é não-rival e não-excluível. Algumas idéias podem ter essa dupla característica. Por exemplo, os resultados de pesquisa básica e desenvolvimento podem ser, por sua própria natureza, não-excluíveis. O cálculo, a compreensão científica da medicina e a fórmula de Black-Scholes para a formação de preços de opções financeiras são outros exemplos.[5]

A economia dos bens depende de seus atributos. Os bens que são excluíveis permitem a seus produtores captar os benefícios que geram; bens não-excluíveis envolvem substanciais "transbordamentos" de benefícios que não são captados por seus produtores. Tais transbordamentos denominam-se *externalidades*. Bens com transbordamentos positivos tendem a ser produzidos abaixo das necessidades pelos mercados, oferecendo uma oportunidade clássica para a intervenção governamental na melhora do bem-estar. Por exemplo, a pesquisa básica e a defesa nacional são financiadas primordialmente pelo governo. Os bens com transbordamentos negativos tendem a ser produzidos em excesso pelos mercados, e a regulamentação governamental pode ser necessária se os direitos de propriedade não puderem ser bem definidos. A tragédia dos campos comuns é um bom exemplo.

Bens que são rivais devem ser produzidos cada vez que são vendidos; bens não-rivais só precisam ser produzidos uma vez. Isto é, bens não-rivais como as idéias envolvem um custo fixo de produção e um custo marginal zero. Por exemplo, é muito dispendioso produzir a primeira unidade do processador de textos ou da planilha mais recente, mas as unidades subseqüentes são produzidas simplesmente pela cópia da primeira unidade. Thomas Edison e seu laboratório precisaram de muita inspiração e transpiração para criar a primeira lâmpada elétrica comercialmente viável. Mas, uma vez produzida a primeira, as demais poderiam ser produzidas a um custo muito baixo. Em ambos os exemplos, observe que a única razão para a existência de um custo marginal diferente de zero é que o bem não-rival – a idéia – está embutido em um bem rival – o disquete ou o material para a fabricação da lâmpada.

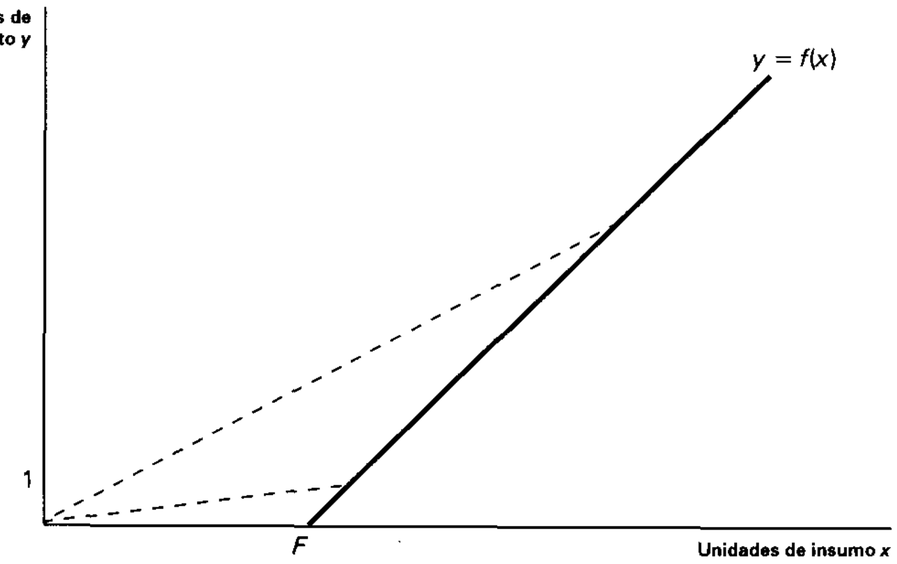
Esse raciocínio nos leva a uma percepção simples mas influente: a economia das "idéias" está estreitamente ligada à presença de retornos crescentes à escala e à concorrência imperfeita. A ligação com os retornos crescentes é quase imediata, se se admite que as idéias estão associadas aos custos fixos. Voltando ao exemplo do software, a "idéia" subjacente à próxima geração de um processador de texto (com reconhecimento de voz, digamos) exige despesas com pesquisa que são feitas só uma vez. Tendo-se desenvolvido o produto, cada unidade adicional é produzida com retornos constantes à escala: duplicando o número de disquetes, manuais de instrução e trabalho para fazer tudo isso, a produção dobrará. Em outras palavras, esse processo pode ser visto como produção com um custo fixo e um custo marginal constante.

A Figura 4.2 representa graficamente a função de produção $y = f(x) = 100 * (x - F)$, que apresenta um custo fixo F e um custo marginal de produção cons-

[5] Fischer Black e Myron Scholes (1972) desenvolveram elegante técnica matemática para a formação do preço de um título financeiro denominado opção. A fórmula é muito usada em Wall Street e em toda a comunidade financeira.

tante. Pense em y como o número de cópias da próxima geração de software de processamento de texto com reconhecimento de voz (vamos chamá-lo de "WordTalk"), e pense em x como a quantidade de trabalho necessária para produzir a primeira cópia de WordTalk.[6] Portanto, F é o custo de pesquisa, que tende a ser bastante elevado. Se x é medido em termos de horas de trabalho, podemos supor que $F = 10.000$: são necessárias 10 mil horas para produzir a primeira cópia de WordTalk. Depois de criada a primeira cópia, cada cópia adicional terá um custo muito barato. Em nosso exemplo, uma hora de trabalho permite produzir 100 cópias do software.

FIGURA 4.2 CUSTOS FIXOS E RETORNOS CRESCENTES.



Recorde que a função de produção apresenta retornos crescentes à escala se $f(ax) > af(x)$, onde a é um número maior que um – por exemplo, dobrando os insumos obtemos mais do que o dobro de produto. Obviamente, nesse caso, dada a função de produção apresentada na Figura 4.2, são necessárias F unidades de insumo antes que qualquer quantidade de produto possa ser obtida; $2F$ unidades de insumo resultarão em $100 * F$ unidades de produto. Os retornos crescentes também podem ser vistos quando se observa que a produtividade do trabalho, y/x, aumenta com a escala de produção.

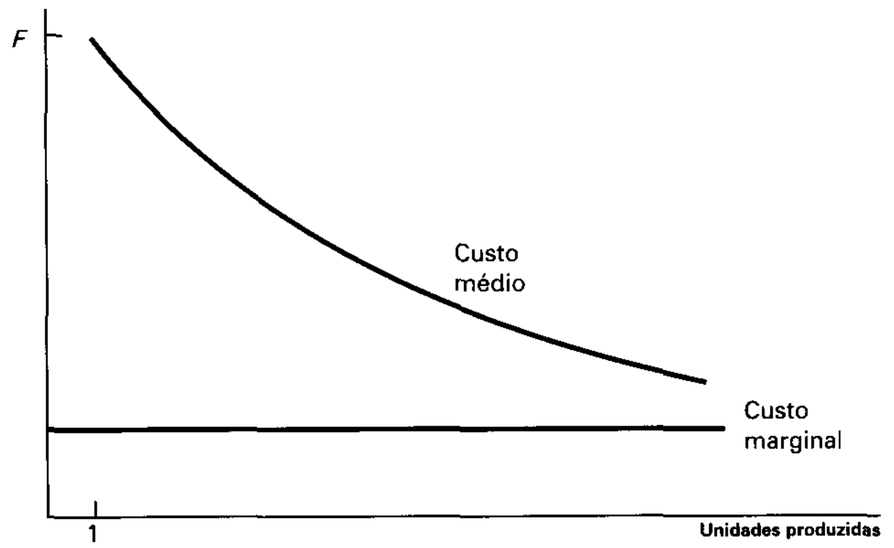
Uma indagação comum a respeito da determinação dos preços de software (e de vários outros bens como CDs, livros e produtos farmacêuticos) é "se o custo marginal de produção é muito baixo, por que o produto custa tanto?

[6] O leitor atento observará que essa afirmação é apenas aproximadamente correta. Na verdade, são necessárias $F + 1/100$ unidades de trabalho para produzir a primeira cópia.

;so não indica uma ineficiência do mercado?" A resposta é sim, existe uma ıeficiência – lembre-se que, nas aulas de microeconomia, vimos que a efiiência exige que o preço seja igual ao custo marginal. Contudo, em muitos entidos trata-se de uma ineficiência necessária.

Para ver o porquê, a Figura 4.3 mostra que a presença de um custo fixo, u, de modo mais geral, a presença de retornos crescentes implica que os preos são iguais aos custos marginais e, portanto, os lucros são negativos. Essa igura mostra os custos de produção como função do número de unidades roduzidas. O custo marginal de produção é constante – ou seja, cada unidale adicional de software custa 10 dólares. Mas o custo médio é decrescente. A rodução da primeira unidade custa F devido aos custos fixos da idéia, e é ambém o custo médio da primeira unidade. Em níveis maiores de produção, custo fixo se distribui por um número cada vez maior de modo que o custo nédio diminui com a escala.

IGURA 4.3 CUSTOS FIXOS E RETORNOS CRESCENTES.



Considere agora o que acontece se essa empresa fixa seu preço como sendo igual ao custo marginal. *Com retornos crescentes à escala, o custo médio é sempre maior que o custo marginal e, portanto, a fixação do preço pelo custo marginal resulta em lucros negativos*. Em outras palavras, nenhuma empresa entraria nesse mercado e desembolsaria o custo F para desenvolver o software se não pudesse estabelecer seu preço acima do custo marginal de produzir unidades adicionais. Na prática, naturalmente, é isto o que vemos: o software é vendido a dezenas ou centenas de dólares, embora o custo marginal de produção seja, presumivelmente, de apenas cinco ou dez dólares. As empresas só entrarão se puderem cobrar um preço superior ao custo marginal que lhes per-

mita recuperar o custo fixo da criação do bem. A produção de novos bens, ou de novas idéias, exige a possibilidade de auferir lucros e, portanto, necessita afastar-se da concorrência perfeita.

4.3 DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

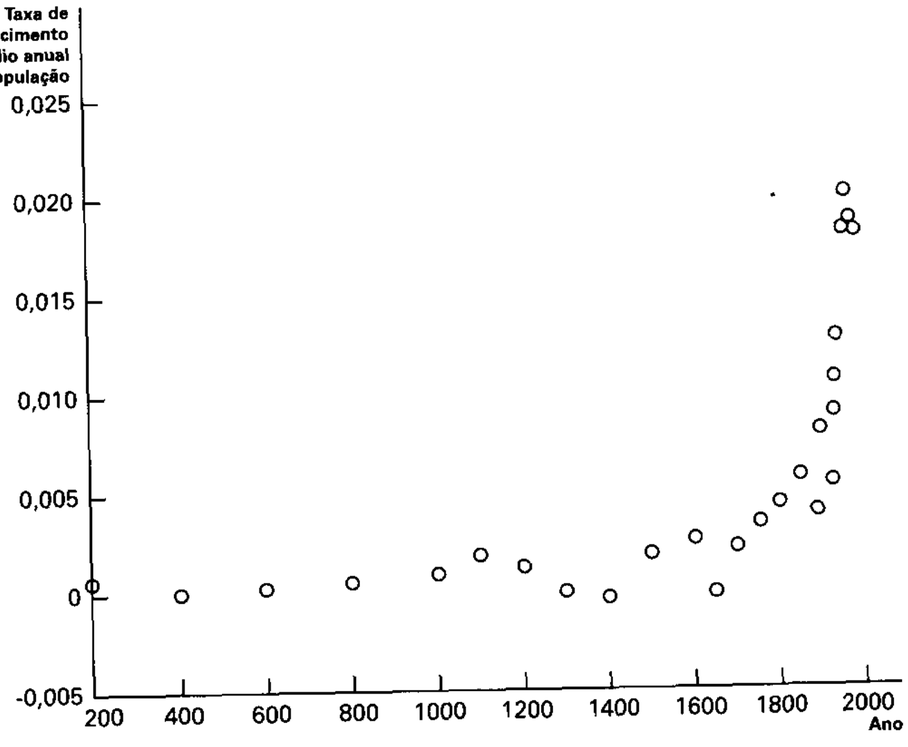
Neste capítulo, explicamos vários dos aspectos-chave da economia das idéias. Um dos aspectos centrais é o fato de que a economia das idéias envolve custos potencialmente elevados que só serão desembolsados uma vez. Pense no custo da criação da primeira cópia do Windows 95 ou do primeiro motor a jato. Os inventores não incorreriam nesses custos a menos que tivessem alguma expectativa de captar, em forma de lucro, parte dos ganhos que a sua invenção traz para a sociedade. Patentes e direitos autorais são mecanismos legais que permitem assegurar aos inventores um poder de monopólio durante algum tempo, a fim de que possam recuperar um retorno por suas invenções. São tentativas de usar o sistema legal para influir sobre o grau de exclusividade das idéias. Sem a patente ou o direito autoral, a prática da "engenharia reversa" de uma invenção torna-se muito fácil e a concorrência da imitação pode eliminar os incentivos para que o inventor crie a idéia em primeiro lugar. De acordo com alguns historiadores econômicos, como o Nobel de 1993, Douglass C. North, esse raciocínio é muito importante para entender a história do crescimento econômico, como veremos agora.

Um dos fatos importantes a respeito do crescimento econômico mundial é que esse é um fenômeno bastante recente. Antes da Revolução Industrial na Grã-Bretanha, cujo início os historiadores situam na década de 1760, o crescimento rápido e sustentado da renda *per capita* era praticamente desconhecido no mundo. O problema para demonstrar esse ponto é que não existem bons dados para o PIB de períodos anteriores a 1700 ou 1800. Contudo, podemos explorar os argumentos de Thomas Malthus e empregar o crescimento populacional como uma aproximação do crescimento da renda.[7] Isto é, vamos considerar que, em períodos prolongados, população e renda estão estreitamente relacionadas. Por exemplo, a descoberta de uma nova técnica agrícola leva inicialmente a um aumento temporário da renda, à redução da mortalidade e, portanto, a um aumento na taxa de crescimento populacional na medida em que mais gente pode ser sustentada pela terra disponível. Contudo, gradualmente, os retornos decrescentes da agricultura levam a renda a regredir ao seu nível (de subsistência) original, embora com uma população maior. Somente quando ocorrem aumentos sustentados na renda *per capita* é que taxas de crescimento populacional sustentáveis são possíveis.

[7] Kremer (1993) apresenta uma explicação pormenorizada dessa técnica.

Com isso em mente, observe a Figura 4.4, que representa graficamente as taxas de crescimento médio anual da população mundial nos últimos dois mil anos. Durante boa parte da história, o crescimento populacional foi extremamente baixo. De fato, Michael Kremer (1993) registra que a taxa média de crescimento populacional no período de 1 milhão a.C. ao ano 1 d.C. foi de 0,0007% ao ano.[8] De 1 d.C. até 1700, a taxa média de crescimento populacional era ainda de apenas 0,075% ao ano. Durante o século XVIII, as taxas se aceleraram e, nos últimos quarenta anos, a população mundial cresceu a uma taxa média de cerca de 2% ao ano.

FIGURA 4.4 CRESCIMENTO DA POPULAÇÃO MUNDIAL, DO ANO 1 D.C. ATÉ 1990.



Fonte: Cálculos do autor e Kremer (1993).

Para colocar esses números em perspectiva, imagine que a história do mundo fosse representada por um campo de futebol americano. Suponhamos que uma das linhas de gol do campo represente 1 milhão a.C., que é uma estimativa conservadora quanto à data em que os seres humanos começaram a distinguir-se de outros primatas. E digamos que a outra linha do gol corresponda a 2000 d.C. Durante a maior parte da história, os seres humanos ape-

[8] Este exemplo ilustra o notável poder das taxas compostas: mesmo a essa taxa de crescimento próxima de zero, a população mundial aumentou mais de mil vezes nesse período de um milhão de anos.

nas caçavam e coletavam frutos, até que cerca de 10 mil anos atrás começou a desenvolver-se a agricultura. Em nosso campo de futebol, a caça e a coleta ocupam as primeiras 99 jardas* das 100 jardas de extensão do campo oficial; a agricultura sistemática tem início na linha de uma jarda. O ano 1 d.C. fica a apenas 7 polegadas** da linha final do gol, e a Revolução Industrial tem início a menos de uma polegada da mesma linha. Na história da humanidade, a era do moderno crescimento econômico tem a dimensão de uma bola de golfe colocada no extremo de um campo de futebol.

Obviamente, o crescimento econômico sustentado é um fenômeno muito recente, e isso coloca uma das questões fundamentais da história econômica. Como começou o crescimento sustentado? A tese de Douglass North e de vários outros historiadores econômicos é que o desenvolvimento dos direitos de propriedade intelectual, um processo cumulativo que ocorreu durante séculos, é o responsável pelo crescimento econômico moderno. As inovações persistentes só ocorreram a partir do momento em que as pessoas foram incentivadas por uma perspectiva confiável de grandes retornos por meio do mercado. Para citar uma afirmação concisa de sua tese,

> O que determina a taxa de desenvolvimento da nova tecnologia e do conhecimento científico puro? No caso da mudança tecnológica, a taxa de retorno social do desenvolvimento de novas técnicas foi, provavelmente, sempre alto; mas esperaríamos que, até aparecerem os meios de elevar a taxa de retorno privada sobre o desenvolvimento de novas técnicas, o progresso da geração de novas técnicas fosse lento ... [N]o passado o homem desenvolveu continuamente novas técnicas, mas a um ritmo lento e intermitente. A principal razão estava no caráter esporádico dos incentivos aos desenvolvimento de novas técnicas. Em geral, as inovações podiam ser copiadas sem qualquer custo e sem qualquer remuneração para o inventor ou inovador. O não-desenvolvimento, até bem recentemente, de uma sistemática de direitos de propriedade sobre a inovação foi a principal causa do lento ritmo da mudança tecnológica (North, 1981, p. 164).

Um exemplo fascinante e esclarecedor dessa tese é oferecido pela história da navegação. Talvez o principal obstáculo ao progresso da navegação oceânica, do comércio internacional e da exploração do mundo tenha sido o problema da localização da embarcação em alto-mar. A latitude era facilmente verificada pelo ângulo da estrela do Norte acima do horizonte. Contudo, a determinação da longitude da posição da embarcação – sua localização na dimensão leste-oeste – foi um problema de grande importância que permaneceu sem solução por vários séculos. Quando Colombo desembarcou nas Américas, pensava ter descoberto uma nova rota para as Índias porque não tinha idéia da longitude a que se encontrava.

Vários observatórios astronômicos construídos na Europa ocidental durante os séculos XVII e XVIII foram patrocinados por governos com a finalidade declarada de resolver o problema da longitude. Os governantes da Espanha, Holanda e Grã-Bretanha ofereceram vultosos prêmios em dinheiro para a solução. Finalmente, o problema foi solucionado em meados do século XVIII, às vésperas da Revolução Industrial, por um relojoeiro pouco instruído mas muito habilidoso chamado John Harrison. Harrison dedicou sua vida a construir e aperfeiçoar um relógio mecânico, o cronômetro, cuja precisão podia ser mantida em meio a mudanças climáticas turbulentas e freqüentes durante uma viagem oceânica que poderia durar meses. Esse cronômetro, e não qualquer observação astronômica, forneceu a primeira solução prática para a determinação da longitude.

Como o cronômetro faz isso? Imagine que você leva consigo dois relógios em uma viagem marítima de Londres a Nova York. Um dos relógios estará acertado de acordo com a hora de Londres (Greenwich!) e o outro será acertado, cada dia, ao meio-dia, quando o sol está a pino. A diferença entre os dois relógios revela a longitude em que se está em relação ao primeiro meridiano.[9]

A lição que o economista tira dessa história se refere menos aos pormenores de como o cronômetro resolveu o problema da longitude e mais aos detalhes de quais foram os incentivos financeiros que levaram à sua solução. Desse ponto de vista, o fato surpreendente é que não havia mecanismo *de mercado* para fornecer os imensos investimentos necessários para se chegar à solução. Não se trata de que Harrison ou qualquer outra pessoa enriquecesse com a venda do cronômetro para os armadores e comerciantes da Europa ocidental, apesar dos grandes benefícios que este traria para o mundo. Na verdade, os principais incentivos financeiros parecem ter sido os prêmios oferecidos pelo governo. Embora o Estatuto dos Monopólios de 1624 já estabelecesse uma legislação de patentes na Grã-Bretanha e instituições destinadas a garantir os direitos de propriedade já estivessem bem consolidadas em fins do século XVIII, eles ainda não eram suficientes para suprir os incentivos financeiros para o investimento privado na solução do problema da longitude.[10]

A Revolução Industrial – o início do crescimento econômico sustentado – ocorreu quando as instituições destinadas a proteger os direitos de proteção da propriedade intelectual estavam suficientemente bem desenvolvidas para que os empreendedores pudessem captar algum retorno privado dos imensos retornos sociais gerados pelas suas inovações. Embora incentivos governamentais, como prêmios ou financiamento público, pudessem substituir até certo ponto esses incentivos de mercado (como aconteceu no caso do cronômetro), a história sugere que apenas quando há suficientes incentivos de mercado é que pode haver inovações generalizadas e crescimento sustentado.[11]

---

* Medida de extensão do sistema inglês de medidas, equivalente a 914 mm. (N.T.)
** Outra medida do sistema inglês, equivalente a 25,5mm. (N.T.)

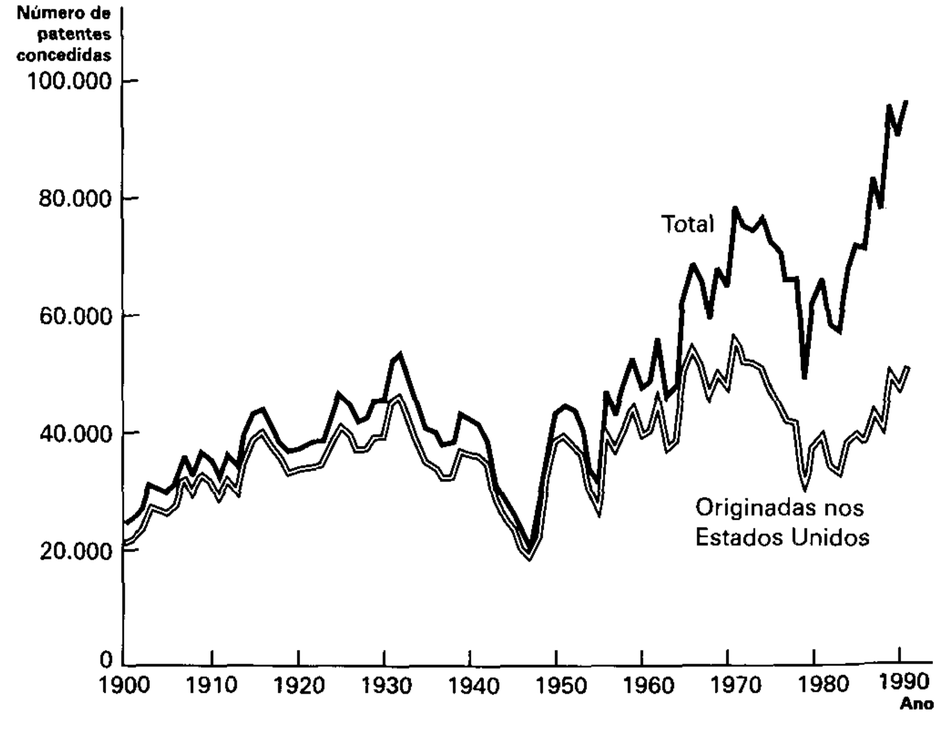
[9] Sobel (1995) apresenta a história da longitude de modo bem mais completo.
[10] Ver North e Thomas (1973).
[11] A confluência de eventos registrada em fins do século XVIII é notável e sugestiva. Além do início da Revolução Industrial, temos a redação de Declaração da Independência, a constituição dos EUA e o Bill of Rights, a Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão, na França, e a publicação de *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, de Adam Smith.

4.4 DADOS ACERCA DAS IDÉIAS

De que dados dispomos a respeito das idéias? De certo modo, é difícil medir tanto os insumos na função de produção de idéias quanto o produto dessa função, as próprias idéias. E, ao mesmo tempo, há dados que correspondem, aproximadamente, tanto aos insumos quanto ao produto. Por exemplo, P&D é sem dúvida um insumo muito importante na função de produção de idéias. Na medida em que as idéias mais importantes ou valiosas são patenteadas, o número de patentes pode fornecer uma medida simples do número de idéias geradas. Naturalmente, ambas as medidas têm seus problemas. Muitas idéias não são nem patenteadas nem geradas pelo uso de recursos que são rotulados oficialmente como P&D. O manual de operações do Wal-Mart e os cinemas multiplex são bons exemplos. Além disso, uma simples contagem do número de patentes concedidas em qualquer ano dado não informa o valor econômico dessas patentes. Entre os milhares de patentes concedidas a cada ano, apenas uma pode ser a do transistor ou do laser.

Ainda assim, vejamos os dados sobre patentes e P&D, mantendo em mente as observações anteriores. Uma patente é um documento legal que descreve uma invenção e concede ao seu inventor um monopólio sobre a mesma, por certo período, em geral 17 a 20 anos. A Figura 4.5 apresenta o número de patentes concedidas anualmente de 1900 a 1991.

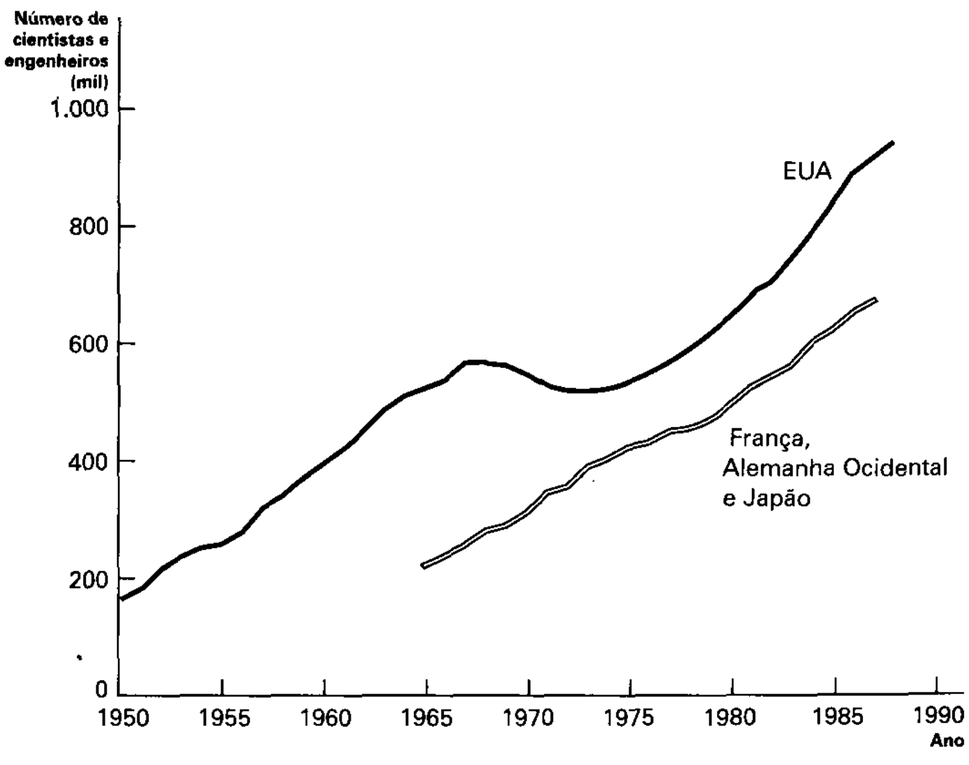
FIGURA 4.5 PATENTES CONCEDIDAS NOS ESTADOS UNIDOS, 1900-91.



O primeiro aspecto que o gráfico revela é o aumento do número de patentes registradas. Em 1900, foram concedidas cerca de 25 mil patentes; em 1991, o número superou 96 mil. Pode-se supor que o número de idéias empregadas na economia dos EUA tenha aumentado substancialmente ao longo do século.

Esse grande aumento oculta, todavia, alguns aspectos importantes dos dados. Primeiro, quase metade de todas as patentes concedidas em 1991 foi de origem estrangeira. Segundo, quase todo o aumento de patentes no último século reflete um aumento das patentes estrangeiras; o número de patentes concedidas nos Estados Unidos a residentes no país foi de cerca de 40 mil em 1915, 1950 e 1988. Será que isto quer dizer que o número de novas idéias gerado dentro dos EUA foi relativamente constante de 1915 até hoje? Provavelmente, não. É possível que o valor das patentes tenha aumentado ou que menos idéias novas estejam sendo patenteadas. A fórmula da Coca-Cola, por exemplo, é um segredo comercial que nunca foi patenteado.

FIGURA 4.6 CIENTISTAS E ENGENHEIROS DEDICADOS A P&D, 1950-88.



Fonte: Jones (1995a).

E quanto aos insumos para a produção de idéias? A Figura 4.6 apresenta o número de cientistas e engenheiros envolvidos com P&D de 1950 a 1990. Nesses quarenta anos, os recursos destinados a P&D aumentaram significativa-

mente nos EUA, de menos de 200 mil cientistas e engenheiros em 1950 para cerca de 1 milhão em 1990. Aumento semelhante registrou-se na França, na Alemanha Ocidental e no Japão.

Não apenas cresceu o nível dos recursos destinados a P&D, mas a participação dos recursos destinados a esse fim aumentou. O número de cientistas e engenheiros envolvidos com P&D subiu, nos EUA, de 0,25% da força de trabalho em 1950 para cerca de 0,75% em 1990. Os números são semelhantes para o Japão, a França, a Alemanha Ocidental e o Reino Unido. Por exemplo, a participação no Japão aumentou de 0,2% em 1965 para cerca de 0,8% em 1990.

4.5 RESUMO

Uma das principais contribuições da nova teoria do crescimento foi destacar que as idéias são muito diferentes de outros bens econômicos. As idéias, uma vez inventadas, são não-rivais: podem ser usadas por uma ou por mil pessoas sem custo adicional. Essa característica das idéias implica que a magnitude da economia – a sua escala – desempenha papel importante na economia das idéias. Em especial, a não-rivalidade das idéias implica que a produção se distinguirá por retornos crescentes à escala. Esses, por sua vez, sugerem que devemos nos afastar dos modelos de concorrência perfeita. A única razão pela qual um inventor se dispõe a assumir os altos custos fixos da geração de uma idéia é porque espera poder cobrar um preço superior ao custo marginal e, assim, auferir lucros.

Novas idéias muitas vezes geram benefícios que o inventor não pode captar. É isso o que queremos dizer ao afirmar que as idéias são apenas em parte exclusivas. O incentivo para a geração de novas idéias depende dos lucros que o inventor pode esperar auferir (o proveito privado), não dos benefícios sociais assegurados pela idéia. Se uma idéia é ou não criada depende da magnitude do proveito privado em relação aos custos fixos da invenção que só são desembolsados uma vez. Portanto, é fácil ver que idéias muito valiosas do ponto de vista social não chegam a ser geradas se os benefícios privados e sociais se distanciaram demais. Patentes e direitos autorais são mecanismos legais que tentam aproximar os benefícios privados da invenção de seus benefícios públicos. O desenvolvimento de tais instituições – e dos direitos de propriedade, de um modo geral – pode ter desempenhado papel crítico no desencadeamento da Revolução Industrial e no crescimento econômico sustentado que se seguiu.

EXERCÍCIOS

1. Classifique – em um quadro semelhante ao da Figura 4.1– os bens a seguir em rivais e não-rivais, e segundo o grau de sua exclusibilidade: um fragmento, o segredo comercial da Coca-Cola, a música de um CD, as florestas úmidas tropicais, o ar puro, e um farol que orienta embarcações na proximidade de uma costa rochosa.
2. Explique o papel do mercado e dos governos no fornecimento de cada um dos bens citados na questão anterior.
3. Considere a seguinte função de produção (semelhante àquela usada para o WordTalk):

$$Y = 100 * (L - F),$$

onde Y é o produto, L a mão-de-obra e F é uma quantidade fixa de trabalho necessária antes que a primeira unidade de produto possa ser gerada (como um custo de pesquisa). Vamos supor que $Y = 0$ se $L < F$. Cada unidade de mão-de-obra, L, é contratada a um salário w.

(a) Qual o custo, em termos de salários, da geração de cinco unidades de produto?

(b) De modo mais geral, qual o custo de gerar qualquer quantidade arbitrária de produto, Y? Isto é, obtenha a função de custo, $C(Y)$, que representa o custo mínimo para produzir Y unidades de produto.

(c) Mostre que o custo marginal, dC/dY é constante (depois de obtida a primeira unidade).

(d) Mostre que o custo médio C/Y é decrescente.

(e) Mostre que, se a empresa cobra o preço P, igual ao custo marginal, seus lucros, definidos como $\pi = PY - C(Y)$, serão negativos qualquer que seja o nível de Y.

5 O MOTOR DO CRESCIMENTO

> No que se refere às artes do Deleite e do Ornamento, elas são mais bem promovidas pelo maior número de competidores. E é mais provável que se encontre um homem habilidoso entre 4 milhões do que entre 400 pessoas...
>
> – WILLIAM PETTY, *Another Essay in Political Arithmetric*, 1682 (citado por Simon, 1981, p. 158)

O modelo neoclássico de crescimento destaca o progresso tecnológico como motor do crescimento econômico, e o capítulo anterior apresentou, de modo geral, a economia das idéias e da tecnologia. Neste capítulo, incorporaremos percepções de capítulos anteriores para desenvolver uma teoria explícita do progresso tecnológico. Esse modelo nos permitirá explorar o mecanismo do crescimento econômico, tratando assim da segunda questão principal formulada no início do livro. Desejamos entender por que as economias avançadas do mundo, como os Estados Unidos, cresceram algo em torno de 2% ao ano durante o último século. De onde vem o progresso tecnológico que pavimenta esse crescimento? Por que a taxa é de 2% e não de 1% ou de 10%? Podemos esperar a continuação dessa tendência, ou há um limite para o crescimento econômico?

Boa parte do trabalho dos economistas que trataram dessa questão é chamada de *teoria do crescimento endógeno* ou de *nova teoria do crescimento*. Em vez de supor que o crescimento se dá em decorrência de melhorias tecnológicas automáticas e não-modeladas (exógenas), a teoria busca entender as forças econômicas que estão por trás do progresso tecnológico. Uma contribuição importante a esse trabalho é o reconhecimento de que o progresso tecnológico ocorre quando empresas ou inventores maximizadores de lucro procuram obter novas e melhores ratoeiras. Adam Smith disse que "não é da benevolência do açougueiro, do cervejeiro ou do padeiro que esperamos nosso jantar, mas de sua busca de seus próprios interesses" (Smith, 1776 [1981], pp. 26-7). Da mesma forma, é a possibilidade de auferir lucro que leva as empresas a desenvolverem um computador que cabe na palma da mão, um refrigerante com apenas uma caloria, ou uma forma de permitir que programas de tevê ou filmes sejam passados na tevê de acordo com sua conveniência. Desse modo, melhorias tecnológicas e o próprio processo de crescimento são entendidos como um resultado endógeno da economia.

A teoria específica que apresentaremos neste capítulo foi construída por Paul Romer em uma série de artigos que inclui um publicado em 1990 e intitulado "Endogeneous Technological Change".[1]

5.1 OS ELEMENTOS BÁSICOS DO MODELO

O modelo de Romer torna endógeno o progresso tecnológico ao introduzir a busca de novas idéias por pesquisadores interessados em lucrar a partir de suas invenções. A estrutura de mercado e os incentivos econômicos que estão no centro desse processo serão vistos pormenorizadamente na Seção 5.2. Primeiro iremos apresentar os elementos básicos do modelo e suas implicações para o crescimento econômico.

O modelo visa a explicar por que e como os países avançados exibem um crescimento sustentado. Ao contrário dos modelos neoclássicos dos primeiros capítulos, que poderiam ser aplicados a diferentes países, esse modelo descreve os países avançados do mundo como um todo. O progresso tecnológico é movido pela pesquisa e desenvolvimento (P&D) no mundo avançado. No próximo capítulo vamos analisar o importante processo de transferência de tecnologia e veremos por que diferentes economias têm diferentes níveis de tecnologia. Por enquanto, iremos nos preocupar com a maneira como a fronteira tecnológica é levada continuamente à frente.

Como foi o caso com o modelo de Solow, há dois elementos principais no modelo de Romer de mudança tecnológica endógena: uma equação que descreve a função de produção e um conjunto de equações que descrevem a evolução dos insumos da função de produção ao longo do tempo. As principais equações são semelhantes às do modelo de Solow, com uma diferença importante.

---

[1] A versão do modelo de Romer que apresentaremos nesse capítulo está baseada em Jones (1995a). Há uma diferença fundamental entre os dois modelos, que será tratada no momento adequado. Outras contribuições notáveis à literatura relativa aos modelos de crescimento embasado em P&D incluem Grossman e Helpman (1991) e Aghion e Howitt (1992). Esses modelos são, às vezes, chamados de modelos schumpeterianos de crescimento, pois foram antecipados pelo trabalho de Joseph Schumpeter em fins dos anos 1930 e início dos anos 1940.

A função de produção agregada do modelo de Romer descreve como o estoque de capital, K, e o trabalho, L_Y, se combinam para gerar o produto, Y, usando o estoque de idéias, A:

$$Y = K^{\alpha}(AL_Y)^{1-\alpha}, \tag{5.1}$$

onde α é um parâmetro com valor entre 0 e 1. Por enquanto, vamos considerar essa função de produção como dada; na Seção 5.2, veremos como a estrutura de mercado e os microfundamentos da economia afetam essa função agregada.

Dado o nível de tecnologia, A, a função de produção da equação (5.1) apresenta retornos constantes à escala para K e L_Y. Contudo, quando admitimos que as idéias (A) também são um insumo da produção, a função apresenta retornos crescentes. Por exemplo, uma vez que Steve Jobs e Steve Wozniak inventaram o projeto do microcomputador, esse projeto (a "idéia") não mais precisou ser inventado. Para dobrar a produção de microcomputadores, Jobs e Wozniak só precisavam dobrar o número de circuitos integrados, semicondutores etc. e conseguir uma garagem maior. Isto é, a função de produção apresenta retornos constantes à escala em relação aos insumos de capital e trabalho, e portanto tem que apresentar retornos crescentes em relação aos três insumos: se você duplicar o capital, o trabalho *e* o estoque de idéias, então você obterá mais do que o dobro de produtos. Como vimos no Capítulo 4, a presença de retornos crescentes à escala decorre fundamentalmente da natureza não-rival das idéias.

As equações de acumulação do capital e do trabalho são idênticas àquelas do modelo de Solow. O capital se acumula na medida em que as pessoas abrem mão do consumo a uma dada taxa, s_K, e se deprecia à taxa exógena, d:

$$\dot{K} = s_K Y - dK.$$

A mão-de-obra, que é equivalente à população, cresce exponencialmente a uma taxa exógena e constante n:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n.$$

A equação-chave que é nova em relação ao modelo neoclássico é aquela que descreve o progresso tecnológico. No modelo neoclássico, o termo de produtividade, A, cresce de maneira exógena a uma taxa constante. No modelo de Romer, o crescimento de A foi tornado endógeno. Como isto é feito? De acordo com o modelo de Romer, $A(t)$ é o estoque de conhecimento ou o número de idéias que foram inventadas ao longo da história até o momento t. Então, $\dot{A}$ é o número de novas idéias geradas em qualquer ponto do tempo. Na versão mais simples do modelo, $\dot{A}$ é igual ao número de pessoas que tentam descobrir novas idéias, L_A, multiplicado pela taxa à qual elas descobrem novas idéias, $\bar{\delta}$:

$$\dot{A} = \bar{\delta} L_A. \tag{5.2}$$

A mão-de-obra está dedicada a gerar idéias ou produto, de modo que a economia enfrenta a seguinte restrição de recursos:

$$L_A + L_Y = L.$$

A taxa à qual os pesquisadores geram novas idéias pode ser simplesmente uma constante. Por outro lado, poder-se-ia imaginar que ela dependa das idéias que já foram geradas. Talvez as idéias geradas no passado aumentem a produtividade dos pesquisadores no presente. Nesse caso, $\bar{\delta}$ seria uma função crescente de A. A descoberta do cálculo, a invenção do laser e o desenvolvimento de circuitos integrados são exemplos de idéias que aumentaram a produtividade da pesquisa posterior. Por outro lado, talvez as idéias mais óbvias sejam descobertas primeiro e as idéias subseqüentes sejam cada vez mais difíceis de gerar. Nesse caso, $\bar{\delta}$ seria uma função decrescente de A.

Esse raciocínio sugere que a taxa de geração de novas idéias seja modelada como

$$\bar{\delta} = \delta A^{\phi}, \tag{5.3}$$

onde δ e ϕ são constantes. Nesta equação, $\phi > 0$ indica que a produtividade da pesquisa aumenta com o número de idéias já geradas; $\phi < 0$ corresponde ao caso em que a "pesca" se torna cada vez mais difícil no decorrer do tempo. Finalmente, $\phi = 0$ indica que a tendência a que as idéias mais óbvias sejam descobertas primeiro compensa exatamente o fato de que as idéias antigas possam facilitar a geração de novas idéias – isto é, a produtividade da pesquisa independe do estoque de conhecimento.

Também é possível que a produtividade média da pesquisa seja dependente do número de pesquisadores em qualquer ponto do tempo. Por exemplo, talvez a duplicação do esforço seja mais provável quando há mais pessoas envolvidas na pesquisa. Uma maneira de modelar essa possibilidade é supor que ela é de fato L_A^{λ}, onde λ é um parâmetro com valor entre 0 e 1, que entra na função de produção de novas idéias no lugar de L_A. Isto, junto com as equações (5.3) e (5.2), sugere a seguinte função de produção geral para as idéias:

$$\dot{A} = \delta L_A^{\lambda} A^{\phi}, \tag{5.4}$$

Por razões que mais tarde ficarão claras, vamos supor que $\phi < 1$.

As equações (5.2) e (5.4) ilustram um aspecto muito importante da modelagem do crescimento econômico.[2] Os pesquisadores individuais, sendo uma pequena fração da economia como um todo, consideram $\bar{\delta}$ como dado e consideram os retornos da pesquisa como constantes. Como na equação (5.2), uma pessoa envolvida na pesquisa cria $\bar{\delta}$ novas idéias. Contudo, na economia como um todo, a função de produção de idéias não se caracteriza por retornos constantes à escala. Embora $\bar{\delta}$ tenha uma variação minúscula em resposta às atividades de um único pesquisador, ele claramente varia com o esforço agregado de pesquisa.[3] Por exemplo, $\lambda < 1$ pode refletir uma externalidade associada à duplicação: algumas das idéias criadas por um pesquisador individual podem não ser novas para a economia como um todo. Esta é uma questão análoga ao congestionamento nas rodovias. Cada motorista ignora o fato de que a sua presença dificulta um pouco a chegada dos outros motoristas ao ponto ao qual se dirigem. O efeito de um único motorista é negligenciável, mas o somatório de todos os motoristas pode ser importante.

Da mesma forma, a presença de A^{ϕ} é tratada como externa ao agente individual. Considere o caso de $\phi > 0$, refletindo um transbordamento positivo na pesquisa. Os ganhos para a sociedade da lei da gravidade superaram em muito os benefícios que Isaac Newton conseguiu captar. Grande parte do conhecimento criado por ele "transbordou" para pesquisadores que lhe sucederam. Naturalmente, o próprio Newton se beneficiou do conhecimento gerado por cientistas anteriores com Kepler, como ele mesmo reconheceu na famosa afirmação "Se cheguei mais longe do que outros, foi porque estava sobre os ombros de gigantes." Com isso em mente, podemos nos referir às externalidades associadas a $\phi > 0$ como "efeito de subir sobre os ombros" e, por extensão, às externalidades associadas a $\lambda < 1$ como o efeito de "pisar nos pés".

5.1.1 Crescimento no modelo de Romer

Qual é, nesse modelo, a taxa de crescimento ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado? Dado que uma fração constante da população esteja empregada na geração de idéias (o que mais adiante veremos ser o caso), o modelo segue os passos da versão neoclássica ao atribuir ao progresso tecnológico todo o crescimento *per capita*. Representando as variáveis *per capita* por letras minúsculas, e denotando por g_x a taxa de crescimento de qualquer variável *per capita* x ao longo da trajetória de crescimento equilibrado é fácil mostrar que

$$g_y = g_k = g_A.$$

Isto é, o produto *per capita*, a razão capital/trabalho e o estoque de idéias crescerão à mesma taxa ao longo da trajetória de crescimento equilibrado.[4] Se não houver progresso tecnológico no modelo, então não há crescimento.

Portanto, a questão importante é "Qual é a taxa de progresso tecnológico ao longo da trajetória de crescimento equilibrado?" A resposta a essa indagação é encontrada se reescrevermos a função de produção de idéias, a equação (5.4). Dividindo ambos os membros da equação por A obtemos

$$\frac{\dot{A}}{A} = \delta \frac{L_A{}^{\lambda}}{A^{1-\phi}}. \tag{5.5}$$

Ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, $\frac{\dot{A}}{A} \equiv g_A$ é constante. Mas essa taxa de crescimento será constante se, e apenas se, o numerador e o denominador do lado direito da equação (5.5) crescerem à mesma taxa. Tirando o logaritmo e derivando ambos os membros da equação,

$$0 = \lambda \frac{\dot{L}_A}{L_A} - (1-\phi)\frac{\dot{A}}{A}. \tag{5.6}$$

Ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, a taxa de crescimento do número de pesquisadores deve ser igual à taxa de crescimento da população – se for maior, o número de pesquisadores acabará por superar o número de habitantes, o que é impossível. Isto é, $\dot{L}_A / L_A = n$. Substituindo essa expressão em (5.6) obtemos

$$g_A = \frac{\lambda n}{1-\phi}. \tag{5.7}$$

Assim, a taxa de crescimento dessa economia é determinada pelos parâmetros da função de produção de idéias e pela taxa de crescimento de pesquisadores que, em última instância, é dada pela taxa de crescimento da população.

Vários aspectos desta equação merecem comentários. Primeiro, o que essa equação diz à nossa intuição? Isto será visto mais facilmente se pensarmos em um caso especial em que $\lambda = 1$ e $\phi = 0$, de modo que a produtividade dos pesquisadores seja a constante δ. Nesse caso, não há problema de dupli-

[2] Essa técnica de modelagem será vista novamente no Capítulo 8, no contexto dos modelos de crescimento "AK".

[3] Observe que a expressão exata de $\bar{\delta}$, incorporando tanto duplicação quanto transbordamentos de conhecimento, é $\bar{\delta} = \delta L_A{}^{\lambda-1} A^{\phi}$.

[4] Para ver isto, siga os passos seguidos na derivação da equação (2.10) no Capítulo 2. Intuitivamente, a razão capital/produto deve ser constante ao longo da trajetória de crescimento equilibrado. Reconhecido esse fato, a função de produção implica que y e k devem crescer à mesma taxa que A.

cação na pesquisa e a produtividade de um pesquisador hoje será independente do estoque de idéias geradas no passado. A função de produção de idéias aparecerá como

$$\dot{A} = \delta L_A.$$

Imagine agora que o número de pessoas envolvidas na pesquisa seja constante. Como δ também é constante, esta economia gera um número constante de novas idéias, δL_A, a cada período. Para sermos mais concretos, imaginemos que $\delta L_A = 100$. A economia começa com um estoque de idéias, A_0, gerado em períodos anteriores. Inicialmente, as 100 novas idéias por período podem ser uma fração grande do estoque existente, A_0. Com o correr do tempo, contudo, o estoque cresce e as 100 idéias se tornam uma fração cada vez menor do estoque existente. Portanto, a *taxa de crescimento* do estoque de idéias cai ao longo do tempo, acabando por se aproximar de zero. Observe, contudo, que o progresso tecnológico nunca pára. A economia está sempre criando 100 novas idéias. O que ocorre, simplesmente, é que essas 100 novas idéias parecem cada vez menores em comparação com o estoque de idéias que se acumula.

A fim de gerar crescimento, o número de novas idéias deve crescer ao longo do tempo. Isto ocorre se o número de pesquisadores aumentar – em decorrência, por exemplo, do crescimento da população mundial. Mais pesquisadores significam mais idéias sustentando o crescimento no modelo. Nesse caso, o crescimento das idéias está claramente relacionado com o crescimento da população, o que explica a presença de crescimento populacional na equação (5.7).

É interessante comparar esse resultado com o efeito do crescimento populacional no modelo neoclássico de crescimento. Neste, por exemplo, uma taxa maior de crescimento populacional reduz o nível de renda ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado. Mais pessoas implicam uma necessidade de mais capital para manter K/L constante, mas o capital apresenta retornos decrescentes. No modelo de Romer, existe um importante efeito adicional. As pessoas são o insumo-chave para o processo criativo. Uma população maior gera mais idéias, e como as idéias são não-rivais, todos na economia se beneficiam.

Que evidência pode ser apresentada para sustentar a afirmação de que a taxa de crescimento *per capita* da economia mundial depende do crescimento populacional? Primeiro, observe que essa implicação do modelo é muito difícil de ser testada. Já indicamos que esse modelo do motor do crescimento descreve os países avançados como um todo. Assim, não é possível usar dados relativos ao crescimento da população *entre* países para testar o modelo. De fato, já apresentamos uma das evidências mais convincentes no Capítulo 4. Lembre-se da representação gráfica das taxas de crescimento da população mundial nos últimos dos mil anos, na Figura 4.4. O crescimento sustentado e rápido da população é um fenômeno bastante recente, tal como o crescimento rápido e sustentado do produto *per capita*. Aumentos na taxa de crescimento populacional para além dos níveis muito baixos observados ao longo de quase toda a história acompanham, de modo aproximado, a Revolução Industrial.

A conclusão de que a taxa de crescimento da economia está ligada à taxa de crescimento da população implica outra conclusão aparentemente forte: se a população (ou pelo menos o número de pesquisadores) parar de crescer, o crescimento de longo prazo se interrompe. O que significa isto? Reformulando um pouco a pergunta, se o esforço de pesquisa mundial fosse constante ao longo do tempo, o crescimento econômico acabaria por parar? Esse modelo sugere que sim. Um esforço de pesquisa constante não permite o aumento proporcional do estoque de idéias que se faz necessário para gerar crescimento de longo prazo.

Na verdade, há um caso especial em que um esforço de pesquisa constante pode sustentar o crescimento de longo prazo, e isso nos leva ao segundo comentário sobre o modelo. A função de produção de idéias considerada no artigo original de Romer (1990) supõe que $\lambda = 1$ e $\phi = 1$. Isto é,

$$\dot{A} = \delta L_A A.$$

Reescrevendo a equação, podemos ver que essa versão do modelo de Romer gerará crescimento sustentado na presença de um esforço de pesquisa constante:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \delta L_A. \tag{5.8}$$

Nesse caso, Romer supõe que a produtividade da pesquisa é proporcional ao estoque existente de idéias: $\bar{\delta} = \delta A$. Com essa hipótese, a produtividade dos pesquisadores cresce com o correr do tempo, mesmo se o número de pesquisadores for constante.

Contudo, a vantagem dessa especificação é também o seu defeito. O esforço mundial de pesquisa aumentou imensamente nos últimos quarenta anos e mesmo durante o último século (para recordar esse fato, veja a Figura 4.6). Uma vez que L_A cresce rapidamente ao longo do tempo, a formulação original de Romer na equação (5.8) sugere que a taxa de crescimento das economias avançadas deveria ter, também, crescido rapidamente nos últimos quarenta ou cem anos. Sabemos que isso está longe de ser verdade. A taxa média de crescimento da economia dos EUA, por exemplo, ficou bem próxima de 1,8% ao ano nos últimos cem anos. Pode-se evitar essa decorrência facilmente rejeitada da formulação original de Romer fazendo ϕ menor que um, o que nos leva de volta aos resultados associados à equação (5.7).[5]

[5] Este ponto está registrado em Jones (1995a).

Observe que nada nesse raciocínio exclui a existência de retornos crescentes para a pesquisa ou transbordamentos positivos de conhecimento. O parâmetro de transbordamento de conhecimentos, ϕ, pode ser positivo e bastante elevado. O que o raciocínio sugere é que o caso algo arbitrário de $\phi = 1$ é fortemente rejeitado pela observação empírica.[6]

O último comentário relativo às implicações de crescimento para esse modelo de tecnologia é que os resultados são semelhantes aos do modelo neoclássico em um aspecto muito importante. No modelo neoclássico, as mudança nas políticas do governo e as mudanças na taxa de investimento não têm impactos de longo prazo sobre o crescimento econômico. Isto não surpreende, uma vez que tenhamos reconhecido que todo o crescimento no modelo neoclássico decorre de progresso tecnológico exógeno. No presente modelo, com progresso tecnológico endógeno, contudo, chegamos ao mesmo resultado. A taxa de crescimento de longo prazo não é afetada por alterações na taxa de investimento, e nem mesmo por mudanças na participação da população envolvida na pesquisa. Isto se vê quando se observa que nenhum dos parâmetros da equação (5.7) é afetado quando, digamos, a taxa de investimento ou participação de mão-de-obra em P&D muda. Em vez disso, estas políticas afetam a taxa de crescimento ao longo da trajetória de transição para o novo estado estacionário ao alterar o *nível* da renda. Isto é, mesmo depois que tornamos endógena a tecnologia, a taxa de crescimento de longo prazo não pode ser manipulada por formuladores de políticas públicas por meio de instrumentos convencionais como os subsídios à P&D.

5.1.2 Efeitos de crescimento *versus* efeitos de nível

O fato de que as políticas econômicas padrões não possam afetar o crescimento no longo prazo *não* é uma característica do modelo original de Romer nem de muitos outros modelos embasados em idéias que se lhe seguiram, incluindo Grossman e Helpman (1991) e Aghion e Howitt (1992). Muito do trabalho teórico relativo à nova teoria do crescimento procurou desenvolver modelos nos quais as mudanças nas políticas *possam* afetar o crescimento de longo prazo.

Os modelos embasados em idéias nos quais as mudanças nas políticas possam aumentar a taxa de crescimento da economia repousam na hipótese de que $\phi < 1$, ou seu equivalente. Como mostrado anteriormente, essa suposição gera a previsão contrafatual de que as taxas de crescimento, com uma população crescente, deveriam acelerar-se ao longo do tempo. Jones (1995a) generalizou esses modelos para o caso de $\phi < 1$ para eliminar esse defeito, e mostraram a implicação algo surpreendente de que isso também elimina os impactos da política sobre o crescimento de longo prazo. Veremos isso em mais detalhes no Capítulo 8.

[6] A mesma evidência também exclui valores de $\phi > 1$. Tais valores provocariam taxas de crescimento aceleradas mesmo com uma população constante!

5.1.3 Estática comparativa: Um aumento permanente na participação de P&D

O que acontece nas economias avançadas se a parcela da população envolvida na busca de novas idéias aumenta permanentemente? Por exemplo, imagine um subsídio para P&D que aumente a fração da força de trabalho que se dedica à pesquisa.

Um aspecto importante do modelo que acabamos de apresentar é que muitas mudanças de política (ou estática comparativa) podem ser analisadas com as técnicas já vistas. Por quê? Observe que, no modelo, o progresso técnico pode ser analisado isoladamente – ele não depende do capital ou do produto, mas apenas da força de trabalho e da participação da população dedicada à pesquisa. Uma vez que a taxa de crescimento de A é constante, o modelo se comporta tal como o modelo de Solow com o progresso tecnológico exógeno. Portanto, nossa análise procede em duas etapas. Primeira, consideramos o que acontece com o progresso tecnológico e com o estoque de capital após o aumento na intensidade da P&D. Segunda, analisamos o modelo como fizemos com o modelo de Solow, seguindo os passos vistos no Capítulo 2. Antes de continuar, vale notar que a análise das mudanças que não afetam a tecnologia, como um aumento na taxa de investimento, é exatamente igual à análise do modelo de Solow.

Pense agora no que acontece se a proporção da população envolvida com a pesquisa aumenta de maneira permanente. Para simplificar um pouco, vamos supor que, novamente, $\lambda = 1$ e $\phi = 0$; nenhum dos resultados é afetado qualitativamente por essa hipótese. É útil reescrever a equação (5.5) como

$$\frac{\dot{A}}{A} = \delta \frac{s_R L}{A}, \tag{5.9}$$

onde s_R é a parcela da população dedicada a P&D – isto é, $L_A = s_R L$.

A Figura 5.1 mostra o que ocorre ao progresso tecnológico quando s_R aumenta permanentemente para s'_R, supondo que no início a economia se encontra no estado estacionário. Nesse estado, a economia cresce ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado à taxa de progresso tecnológico, g_A, que, de acordo com nossas hipóteses simplificadoras, é igual à taxa de crescimento populacional. A razão L_A/A é, portanto, igual a g_A/δ. Imagine que no momento $t = 0$ ocorra um aumento em s_R. Com uma população de L_0, o número de pesquisadores aumenta com o aumento de s_R, de modo que a razão L_A/A passa para um patamar mais elevado. Os pesquisadores adicionais geram um aumento no número de novas idéias, e assim a taxa de crescimento da tecnologia também cresce nesse ponto. No gráfico, essa situação é mostrada pelo ponto "X". Em X, o progresso tecnológico $\dot{A}/A$ supera o crescimento populacional, n, de modo que, com o tempo, a razão L_A/A diminui, como indicam as setas. À medida que a razão declina, a taxa de mudança tecnológica também cai gradualmente, até que a economia retorna à sua trajetória de

crescimento equilibrado onde $g_A = n$. Portanto, um aumento permanente na proporção da população dedicada à pesquisa aumenta temporariamente a taxa de progresso tecnológico, mas não o faz no longo prazo. Isso é mostrado na Figura 5.2.

FIGURA 5.1 PROGRESSO TECNOLÓGICO: UM AUMENTO NA PARTICIPAÇÃO DE P&D.

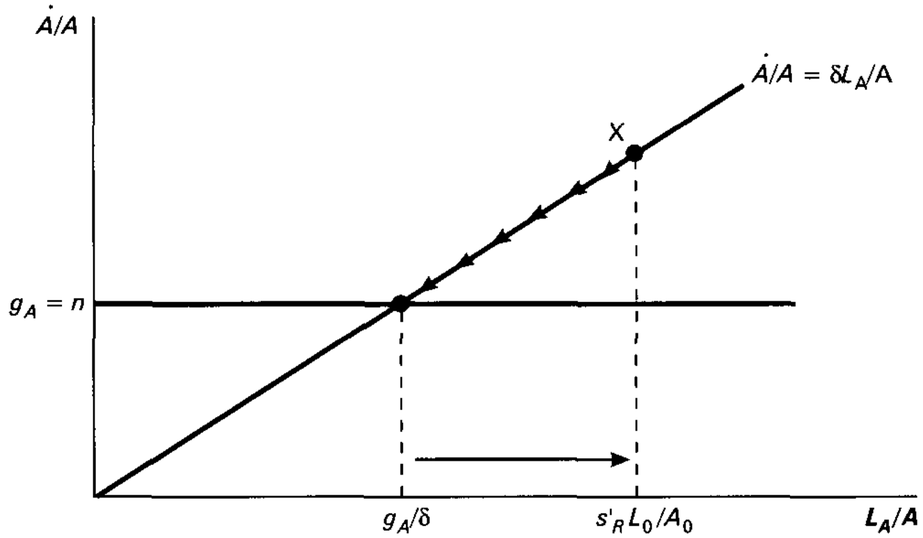
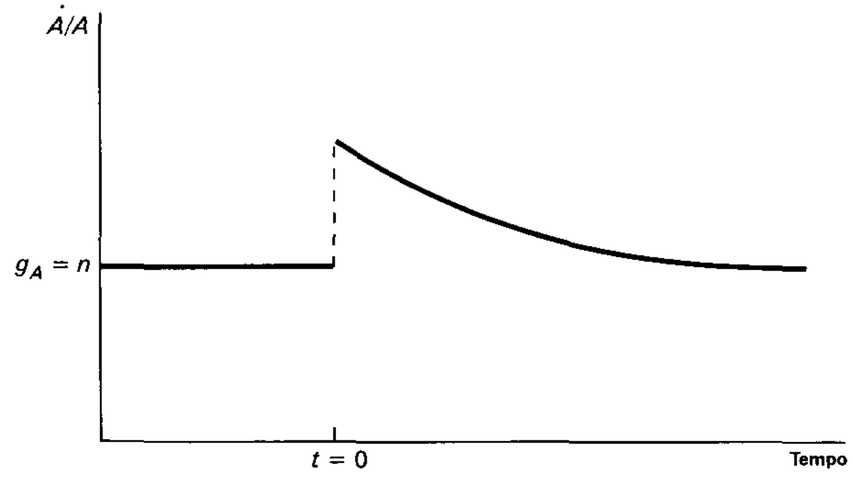


FIGURA 5.2 MOVIMENTO DE $\dot{A}/A$ NO TEMPO.

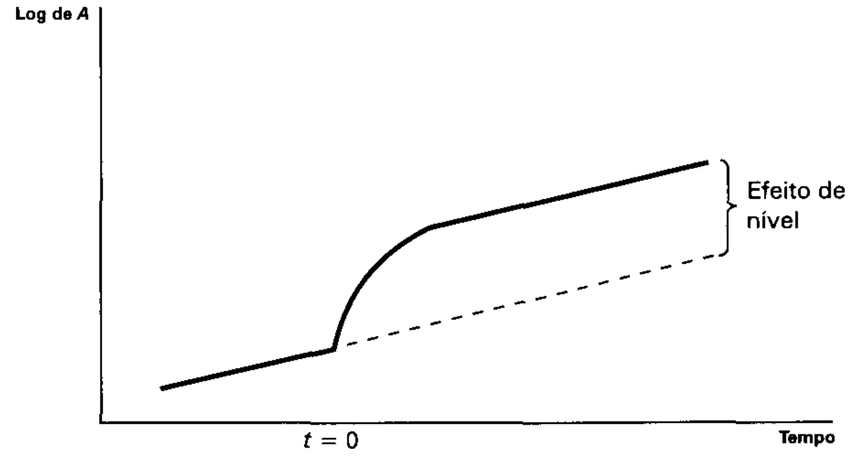


O que acontece nessa economia com o nível de tecnologia? A Figura 5.3 responde à pergunta. O nível de tecnologia cresce ao longo da trajetória de crescimento equilibrado à taxa g_A até o momento $t = 0$. Neste ponto a taxa de crescimento aumenta e o nível de tecnologia se eleva mais rápido do que anteriormente. Contudo, no correr do tempo, a taxa de crescimento cai até voltar para g_A. O *nível* de tecnologia se situará em um patamar permanentemente mais elevado em conseqüência do aumento permanente da P&D. Observe que um aumento permanente em s_R no modelo de Romer gera uma dinâmica de transição qualitativamente semelhante àquela gerada pela elevação da taxa de investimento no modelo de Solow.

Agora que sabemos o que ocorre com a tecnologia ao longo do tempo, podemos analisar o restante do modelo em um marco analítico de Solow. A taxa de crescimento do modelo no longo prazo é constante, de modo que muito da álgebra utilizada ao analisar o modelo de Solow pode ser empregado agora. Por exemplo, a razão y/A é constante ao longo da trajetória de crescimento equilibrado e é dada por uma equação semelhante à equação (2.13):

$$\left(\frac{y}{A}\right)^* = \left(\frac{s_K}{n + g_A + d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R). \tag{5.10}$$

FIGURA 5.3 NÍVEL DE TECNOLOGIA AO LONGO DO TEMPO.



A única diferença é a presença do termo $1 - s_R$, que dá conta da diferença entre o produto por trabalhador, L_Y, e o produto *per capita*, L.

Observe que, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, a equação (5.9) pode ser resolvida para o nível de A em termos de força de trabalho:

$$A = \frac{\delta s_R L}{g_A}.$$

Combinando esta equação com (5.10), obtemos

$$y^*(t) = \left(\frac{s_K}{n + g_A + d}\right)^{\alpha/(1-\alpha)} (1 - s_R)\frac{\delta s_R}{g_A} L(t). \tag{5.11}$$

Nessa versão simples do modelo, o produto *per capita* é proporcional à população da economia (mundial) ao longo da trajetória de crescimento equilibrado. Em outras palavras, o modelo apresenta um *efeito de escala* em níveis: uma economia mundial maior será mais rica. Esse efeito de escala decorre, fundamentalmente, da não-rivalidade das idéias: uma economia maior oferece um mercado maior para uma idéia, aumentando o retorno à pesquisa (um efeito de demanda). Além disso, uma economia mundial mais populosa tem, simplesmente, mais criadores de idéias em potencial (um efeito de oferta).

Os outros termos da equação (5.11) são prontamente interpretados. O primeiro termo já é conhecido do modelo original de Solow. Economias que investem mais em capital serão mais ricas, por exemplo. Dois termos envolvem a parcela de mão-de-obra dedicada à pesquisa, s_R. Na primeira vez em que aparece, s_R entra com sinal negativo refletindo o fato de que mais pesquisadores implicam um número menor de trabalhadores na produção. A segunda vez, s_R apresenta sinal positivo para refletir o fato de que mais pesquisadores implicam mais idéias, o que aumenta a produtividade da economia.

5.2 A ECONOMIA DO MODELO

A primeira metade desse capítulo analisou o modelo de Romer sem discutir a economia que está por trás do modelo. Vários economistas desenvolveram, nos anos 1960, modelos com características macroeconômicas semelhantes.[7] Contudo, o desenvolvimento das microfundações de tais modelos teve que esperar até os anos 1980, quando os economistas tinham obtido uma melhor compreensão de como modelar a concorrência imperfeita em um ambiente de equilíbrio geral.[8] De fato, uma das contribuições importantes de Romer (1990) foi a explicação de como construir uma minieconomia de agentes maximizadores de lucro que torne endógeno o progresso tecnológico. A intuição que embasou essa análise foi apresentada no Capítulo 4. A matemática que a representa é o tema do restante dessa seção. Como se trata de um assunto algo complexo, alguns leitores irão preferir passar diretamente para a Seção 5.3.

A economia de Romer é composta por três setores: bens finais, bens intermediários e pesquisa. A razão de dois dos setores são claras: algumas empresas geram produto e outras, idéias. A razão do setor de bens intermediários está relacionada à presença de retornos crescentes mencionados no Capítulo 4. Cada um desses setores será apresentado separadamente. O setor de pesquisa gera idéias novas, que tomam a forma de novos bens de capital – chips de computador, aparelhos de fax ou rotativas. O setor de pesquisa vende o direito exclusivo de produzir um bem de capital específico para uma empresa produtora de bens intermediários. Esta, por sua vez, como monopolista, fabrica o bem de capital e o vende ao setor produtor de bens finais, que gera o produto da economia.

5.2.1 O setor de bens finais

O setor de bens finais da economia de Romer é muito semelhante ao setor de bens finais do modelo de Solow. Compõem-se de um grande número de empresas competitivas que combinam capital e trabalho para gerar um bem homogêneo, o produto, Y. A função de produção é, todavia, especificada de modo um pouco diferente, para refletir o fato de que há mais de um bem de capital no modelo:

$$Y = L_Y^{1-\alpha} \sum_{j=1}^{A} x_j^{\alpha}.$$

O produto, Y, é obtido empregando-se mão-de-obra, L_Y, e vários bens de capital distintos, x_j, que chamaremos também de "bens intermediários". Em qualquer ponto do tempo, A mede a quantidade de bens de capital disponíveis para serem usados pelo setor de bens finais e as empresas desse setor tomarão essa quantidade como um dado. No modelo, as invenções ou idéias correspondem à criação de novos bens de capital que poderão ser utilizados pelo setor de bens finais para gerar produto.

Observe que podemos reescrever a função de produção como

$$Y = L_Y^{1-\alpha} x_1^{\alpha} + L_Y^{1-\alpha} x_2^{\alpha} + \ldots + L_Y^{1-\alpha} x_A^{\alpha},$$

sendo fácil verificar que, para dado A, a função apresenta retornos constantes à escala; duplicando a quantidade de mão-de-obra e a quantidade de capital, obteremos exatamente o dobro do produto.

Por razões técnicas, será mais fácil analisar o modelo se substituirmos o somatório da função de produção por uma integral:

$$Y = L_Y^{1-\alpha} \int_0^A x_j^{\alpha} dj.$$

[7] Ver, por exemplo, Uzawa (1965), Phelps (1966), Shell (1967) e Nordhaus (1969).
[8] Spence (1976), Dixit e Stiglitz (1977) e Ethier (1982) deram passos fundamentais nessa direção.

Então, A mede a gama de bens de capital disponíveis para o setor de bens finais e essa gama é representada como o intervalo da linha real $[0, A]$. A interpretação básica dessa equação, contudo, não é afetada por essa tecnicalidade.

Com retornos constantes à escala, o número de empresas não pode ser determinado com exatidão, de modo que imaginaremos que há um grande número de empresas idênticas que geram o produto final e que a concorrência perfeita prevalece nesse setor. Também normalizaremos o preço do produto final, Y fazendo-o igual à unidade.

As empresas do setor de bens finais precisam decidir quanta mão-de-obra e quanto de cada bem de capital usarão para gerar o produto. Elas o fazem resolvendo o problema da maximização do lucro:

$$\max_{L_Y, x_j} L_Y^{1-\alpha} \int_0^A x_j^{\alpha} dj - wL_Y - \int_0^A p_j x_j dj,$$

onde p_j é o preço de arrendamento do bem de capital j e w é o salário pago à mão-de-obra. As condições de primeira ordem que caracterizam a solução deste problema são

$$w = (1-\alpha)\frac{Y}{L_Y} \tag{5.12}$$

e

$$p_j = \alpha L_Y^{1-\alpha} x_j^{\alpha-1}, \tag{5.13}$$

onde essa segunda condição se aplica a cada bem de capital j. A primeira condição diz que as empresas contratam mão-de-obra até que o seu produto marginal seja igual ao salário. A segunda condição diz a mesma coisa, mas para os bens de capital: as empresas arrendam capital até que o produto marginal de cada tipo de bem de capital seja igual a seu preço de arrendamento, p_j. Para entender intuitivamente essas equações, imagine que o produto marginal de um bem de capital fosse maior que seu preço de arrendamento. A empresa, então, deveria alugar outra unidade – o produto gerado mais do que pagaria o preço de arrendamento. Se o produto marginal fosse inferior ao preço de arrendamento, então a empresa aumentaria seus lucros reduzindo a quantidade de capital utilizado.

5.2.2 O setor de bens intermediários

O setor de bens intermediários é constituído por monopolistas que produzem bens de capital que são vendidos ao setor de produtos finais. Essas empresas adquirem seu poder de monopólio comprando o projeto de um bem de capital específico no setor de pesquisa. Em decorrência da proteção patentária, apenas uma empresa fabrica cada bem de capital.

Uma vez que o projeto de determinado bem de capital foi adquirido (um custo fixo), a empresa do setor de bens intermediários produz o bem de capital com uma função de produção muito simples: uma unidade de capital bruto pode ser imediatamente traduzida em uma unidade do bem de capital. O problema da maximização para a empresa de bens intermediários será então

$$\max_{x_j} \pi_j = p_j(x_j)x_j - rx_j,$$

onde $p_j(x)$ é a função de demanda para o bem de capital dada na equação (5.13). A condição de primeira ordem para este problema será, deixando de lado os subscritos j,

$$p'(x)x + p(x) - r = 0$$

Reescrevendo a equação, obtemos

$$p'(x)\frac{x}{p} + 1 = \frac{r}{p},$$

o que implica que

$$p = \frac{1}{1 = \dfrac{p'(x)x}{p}} r.$$

Finalmente, a elasticidade, $p'(x)x/p$, pode ser calculada a partir da curva de demanda da equação (5.13). Ela é igual $\alpha - 1$, de modo que a empresa de bens intermediários cobra um preço que é simplesmente uma margem acima do custo marginal, r:

$$p = \frac{1}{\alpha} r.$$

Esta é a solução para cada monopolista, de modo que todos os bens de capital são vendidos ao mesmo preço. Como as funções de demanda na equação (5.13) também são as mesmas, cada bem de capital é empregado na mesma quantidade pelas empresas de bens finais: $x_j = x$. Portanto, cada empresa fabricante de bens de capital obtém o mesmo lucro que as demais. Com um pouco de álgebra, pode-se mostrar que o lucro é dado por

$$\pi = \alpha(1-\alpha)\frac{Y}{A}. \tag{5.14}$$

Finalmente, a demanda total de capital por parte das empresas de bens intermediários deve ser igual ao estoque total de capital da economia:

$$\int_0^A x_j dj = K.$$

Uma vez que os bens de capital são usados, cada um deles, na mesma quantidade, x, pode-se empregar a seguinte equação para determinar x:

$$x = \frac{K}{A}. \tag{5.15}$$

Pode-se reescrever função de produção dos bens finais, usando-se o fato de que $x_j = x$, como

$$Y = AL_Y^{1-\alpha} x^{\alpha},$$

e substituindo-se a partir de (5.15) verifica-se que

$$\begin{aligned} Y &= AL_Y^{1-\alpha} A^{-\alpha} K^{\alpha} \\ &= K^{\alpha} (AL_Y)^{1-\alpha}. \end{aligned} \tag{5.16}$$

Ou seja, vemos que a tecnologia de produção para o setor de bens finais gera a mesma função de produção agregada usada até aqui. Em particular, essa é a função de produção agregada da equação (5.1).

5.2.3 O setor de pesquisas

Boa parte da análise do setor de pesquisa já foi apresentada. Este setor se assemelha essencialmente à mineração de ouro no selvagem Oeste americano de meados do século XIX. Qualquer pessoa está livre para "explorar" em busca de novas idéias, e a recompensa é a descoberta de uma "pepita" que pode ser vendida. As idéias, neste modelo, são projetos de novos bens de capital: um chip de computador mais veloz, um método de alteração genética do milho que o torne mais resistente às pragas, uma nova forma de organizar salas de cinema. Esses projetos podem ser pensados como instruções que explicam como transformar uma unidade de capital bruto em uma unidade de um novo bem de capital. Novos projetos são descobertos de acordo com a equação (5.4).

Quando o novo projeto é concebido, o inventor recebe do governo uma patente que lhe assegura o direito exclusivo de fabricar o novo bem de capital. (Para simplificar, imaginaremos que a patente dura para sempre.) O inventor vende a patente para uma empresa de bens intermediários e usa a receita auferida para consumir e poupar, como qualquer outro agente do modelo. Mas qual é o preço da patente de um novo projeto?

Vamos imaginar que qualquer pessoa pode oferecer um lance pela patente. Quanto o possível adquirente está disposto a pagar? A resposta é: o valor presente descontado dos lucros que seriam auferidos pela empresa de bens intermediários. Se o preço for menor, alguém fará um lance mais alto; se for maior, ninguém estará disposto a fazer um lance. Seja P_A o preço do novo projeto, seu valor presente descontado. Como P_A varia ao longo do tempo? A resposta está em um raciocínio extremamente útil da economia e das finanças, denominado método de *arbitragem*.

O argumento da arbitragem funciona como se segue. Imagine que tenho algum dinheiro para investir em um período. Tenho duas opções. Primeiro, posso pôr o dinheiro no "banco" (nesse modelo seria o equivalente a adquirir uma unidade de capital) e auferir a taxa de juros r. Ou, então, posso adquirir uma patente, auferir os lucros desse período e vender a patente. No equilíbrio, a taxa de retorno das duas opções deve ser a mesma. Se não for, todos escolheriam a alternativa mais rentável, levando seu retorno para baixo. Matematicamente, a *equação da arbitragem* diz que os retornos são iguais:

$$rP_A = \pi + \dot{P}_A. \tag{5.17}$$

O lado direito da equação é a taxa de juros resultante da aplicação de P_A no banco; o lado direito representa os lucros mais o ganho, ou perda, de capital que resulta da variação do preço da patente. No equilíbrio, ambos os lados devem ser iguais.

Reescrevendo (5.17), obtemos

$$r = \frac{\pi}{P_A} + \frac{\dot{P}_A}{P_A}.$$

Ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado, r é constante.[9] Portanto, π / P_A também deve ser constante, o que significa que π e P_A têm que crescer à mesma taxa e esta será a taxa de crescimento populacional, n.[10] Assim, a equação de arbitragem implica que

[9] A taxa de juros, r, é constante pelas razões habituais. Será o preço ao qual a oferta de capital é igual à demanda de capital, e será proporcional a Y/K.

[10] Para verificar isto, lembre-se que a equação (5.14) mostra que π é proporcional a Y/A. O produto *per capita*, y, e A crescem à mesma taxa, de modo que Y/A crescerão à taxa de crescimento populacional.

$$P_A = \frac{\pi}{r - n}. \tag{5.18}$$

Esta equação nos dá o preço de uma patente ao longo da trajetória de crescimento equilibrado.

5.2.4 Solução do modelo

Já descrevemos a estrutura de mercado e a matemática que está por trás das equações básicas apresentadas na Seção 5.1. O modelo é algo complexo, mas vários dos aspectos comentados no Capítulo 4 merecem ser observados. Primeiro, a função de produção agregada apresenta retornos crescentes. Há retornos constantes para K e L, mas quando consideramos que as idéias, A, também são insumos da produção, aparecem os retornos crescentes. Segundo, os retornos crescentes exigem concorrência imperfeita. Isto aparece no modelo do setor de bens intermediários. As empresas neste setor são monopolistas, e os bens de capital são vendidos a um preço superior ao custo marginal. Contudo, os lucros auferidos por essas empresas são captados pelos inventores e simplesmente os compensam pelo tempo despendido para "explorar" em busca de novos projetos. A esse quadro denomina-se *concorrência monopolística*. Não há lucros econômicos no modelo; todas as rendas compensam algum insumo de fator. Finalmente, uma vez que nos afastamos do mundo da concorrência perfeita não há motivo para pensar que os mercados resultem "no melhor dos mundos". Este é um ponto que desenvolveremos com mais atenção na próxima seção.

Já resolvemos o modelo para encontrar a taxa de crescimento da economia no estado estacionário. O que falta fazer é buscar a solução para a alocação do trabalho entre os setores de pesquisa e de bens finais. Que fração da produção trabalha aonde?

Mais uma vez, recorreremos ao conceito de arbitragem. Na margem, as pessoas, nesse modelo simplificado, são indiferentes quanto a trabalhar no setor de bens finais ou no setor de pesquisa. A mão-de-obra empregada no setor de bens finais ganha um salário igual ao seu produto marginal nesse setor, como mostra a equação (5.12):

$$w_Y = (1-\alpha)\frac{Y}{L_Y}.$$

Os pesquisadores recebem um salário com base no valor do projeto que desenvolveram. Vamos supor que os pesquisadores considerem sua produtividade no setor de pesquisa, $\bar{\delta}$, como dada. Eles não reconhecem o fato de que a sua produtividade cai na medida em que mais mão-de-obra entra no setor devido à duplicação, e não internalizam o transbordamento de conhecimento associado a ϕ. Portanto, o salário auferido pela mão-de-obra no setor de pesquisa é igual ao seu produto marginal, $\bar{\delta}$, multiplicado pelo valor das novas idéias criadas, P_A:

$$w_R = \bar{\delta} P_A.$$

Como a entrada é livre tanto no setor de bens finais quanto no setor de pesquisa, seus salários devem ser iguais: $w_Y = w_R$. Esta condição, como a álgebra que será mostrada no apêndice ao final deste capítulo, revela que a parcela de população que trabalha no setor de pesquisa, s_R, é dada por

$$s_R = \frac{1}{1 + \frac{r-n}{\alpha g_A}}. \tag{5.19}$$

Observe que, quanto mais rápido a economia crescer (quanto mais elevado for g_A), maior a fração da população que trabalhará na pesquisa. Quanto mais alta for a taxa de desconto aplicada aos lucros correntes para calcular o valor presente descontado $(r - n)$, tanto menor a parcela da população envolvida com pesquisa.[11]

Com um pouco de álgebra é possível demonstrar que a taxa de juros nessa economia é dada por $r = \alpha^2 Y/K$. Observe que isso é *menos* que o produto marginal do capital que, de acordo com a equação (5.16), é o conhecido $\alpha Y/K$. Essa diferença reflete um ponto importante. No modelo de Solow com concorrência perfeita e retornos constantes à escala, todos os fatores são pagos em conformidade com seus produtos marginais: $r = \alpha Y/K$, $w = (1-\alpha)Y/L$ e, portanto, $rK + wL = Y$. Todavia, no modelo de Romer a produção da economia se caracteriza pelos retornos crescentes e nem todos os fatores podem ser pagos de acordo com seus produtos marginais. Isto fica claro ao observarmos o exemplo de Solow que acabamos de apresentar: como $rK + wL = Y$, não sobra produto na economia para remunerar alguém por seus esforços na criação de novo A. *Isto* é o que determina a necessidade de concorrência imperfeita no modelo. Aqui, o capital recebe menos do que seu produto marginal, e o restante é empregado na remuneração dos pesquisadores que geram novas idéias.

5.3 P&D ÓTIMA

A fração da população que se dedica à pesquisa é ótima? Em geral, a resposta do modelo de Romer a essa indagação é negativa. Neste caso, os mercados não

[11] Pode-se eliminar a taxa de juros dessa equação considerando que $r = \alpha^2 Y/K$ e tomando a razão capital-produto da equação de acumulação de capital: $Y/K = (n + g + d)/s_k$.

induzem a quantidade certa de mão-de-obra a se dedicar à pesquisa. Por que não? Onde foi que a mão invisível de Adam Smith errou?

No modelo, a pesquisa apresenta três distorções que levam s_R a diferir de seu nível ótimo. Duas das distorções são facilmente vistas na função de produção de idéias. Primeira, o mercado atribui um valor à pesquisa de acordo com o fluxo de lucros auferidos com os novos projetos. O que o mercado não percebe é que a nova invenção pode afetar a produtividade da pesquisa futura. Recorde que $\phi > 0$ implica que a produtividade da pesquisa aumenta com o estoque de idéias. O problema aqui é que falta um mercado: os pesquisadores não são remunerados pela sua contribuição ao melhoramento da produtividade dos futuros pesquisadores. Por exemplo, as gerações subseqüentes não remuneraram suficientemente Isaac Newton pela invenção do cálculo. Portanto, com $\phi > 0$, há uma tendência, tudo o mais mantendo-se constante, a que o mercado proporcione pesquisa de menos. Essa distorção é, muitas vezes, chamada de "transbordamento de conhecimento", porque parte do conhecimento criado "se derrama" em direção a outros pesquisadores. Esse é o efeito de "subir sobre os ombros". Neste sentido, ele é muito semelhante a uma externalidade positiva clássica: se as abelhas que um fazendeiro cria para produzir mel proporcionam à comunidade um benefício adicional que o fazendeiro não capta (elas polinizam as macieiras da área circunvizinha), o mercado proporcionará um número inferior de abelhas.[12]

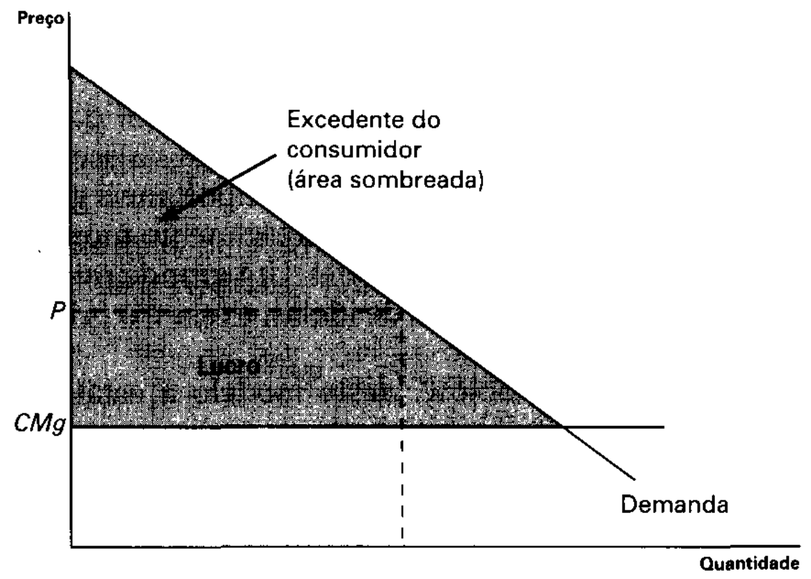
A segunda distorção, o efeito de "pisar nos pés", também é uma externalidade clássica. Ela ocorre porque os pesquisadores não levam em conta o fato de que reduzem a produtividade da pesquisa, por meio da duplicação, quando λ é menor que 1. Contudo, nesse caso a externalidade é negativa. Portanto, tudo o mais mantendo-se constante, o mercado tende a oferecer um excesso de pesquisa.

Finalmente, a terceira distorção pode ser chamada de "efeito de excedente do consumidor". Intuir essa distorção é simples, e ela pode ser vista ao considerarmos um problema padrão de monopólio, como na Figura 5.4. O inventor de um novo projeto capta o lucro monopolístico mostrado na figura. Contudo, o ganho potencial para a sociedade gerado pela invenção do bem é todo o triângulo que se situa acima do custo marginal (CMg) de produção. O incentivo à inovação, o lucro monopolista, é menor que o ganho para a sociedade, e esse efeito, tudo o mais mantendo-se constante, tende a gerar invenções de menos.

Na prática, essas distorções podem ser muito grandes. Pense no excedente do consumidor associado a invenções básicas como a cura da malária ou do cólera ou a invenção do cálculo. No caso dessas invenções associadas à "ciência básica", os transbordamentos de conhecimento e os efeitos de excedente do consumidor geralmente são tão grandes que os governos financiam a pesquisa básica em universidades e em centros de pesquisa.

[12] Por outro lado, se $\phi < 0$, então pode ocorrer o inverso.

FIGURA 5.4 "EFEITO EXCEDENTE DO CONSUMIDOR".



Essas distorções podem ser até importantes para a P&D empreendida por empresas. Pense nos benefícios decorrentes do excedente do consumidor nos casos da invenção do telefone, da iluminação elétrica, do laser e do transistor. Autores como Zvi Griliches, Edwin Mansfield e muitos outros produziram uma vasta literatura econômica buscando estimar a taxa de retorno "social" de pesquisa desenvolvida por empresas. Griliches (1991) fez uma revisão dessa literatura e encontrou taxas de retorno da ordem de 40% a 60%, bem superiores às taxas de retorno privadas. Como questão empírica, isto sugere que as externalidades positivas da pesquisa superam as externalidades negativas de modo que o mercado, mesmo com o moderno sistema de patentes, tende a oferecer pesquisa de menos.

Faz-se oportuno um comentário final sobre concorrência imperfeita e monopólios. A teoria econômica clássica argumenta que os monopólios são ruins para o bem-estar e a eficiência porque criam "pesos mortos" na economia. Esse raciocínio está por trás de regulamentações destinadas a impedir as empresas de cobrar preços superiores ao custo marginal. Já a economia das idéias sugere que é importante que as empresas possam determinar seus preços acima do custo marginal. É exatamente essa cunha que permite os lucros que incentivam a inovação nas empresas. Ao decidir questões antitrustes, a moderna regulamentação da concorrência imperfeita tem que ponderar as perdas provocadas pelo peso morto face aos incentivos à inovação.

5.4 RESUMO

O progresso tecnológico é o motor do crescimento econômico. Neste capítulo tornamos endógeno o processo pelo qual ocorre a mudança tecnológica. Em

vez de ser o "maná que cai do céu", o progresso tecnológico decorre da busca de novas idéias em um esforço por captar, em forma de lucro, parte do ganho social gerado pelas novas idéias. Ratoeiras melhores são inventadas e comercializadas porque as pessoas pagarão um prêmio por uma melhor forma de caçar ratos.

No Capítulo 4, mostramos que a natureza não-rival das idéias implica que sua geração se caracteriza por retornos crescentes à escala. No presente capítulo, esta implicação serviu para ilustrar a importância geral da escala na economia. Em temos específicos, a taxa de crescimento mundial da tecnologia está ligada ao crescimento populacional. Um grande número de pesquisadores pode criar um número maior de idéias, e esse é o princípio geral que gera o crescimento *per capita*.

Tal como no modelo de Solow, neste modelo a estática comparativa (como um aumento na taxa de investimento ou um aumento na participação da mão-de-obra dedicada a P&D) gera *efeitos de nível* em vez de efeitos de crescimento a longo prazo. Por exemplo, um subsídio governamental que aumenta o número de trabalhadores na pesquisa aumentará a taxa de crescimento da economia, mas só de modo temporário, enquanto a economia transita para um patamar mais elevado de renda.

Os resultados deste capítulo combinam perfeitamente com a evidência empírica documentada no Capítulo 4. Pense, de forma ampla, na história do crescimento econômico em ordem cronológica inversa. O modelo de Romer se destina, claramente, a descrever a evolução da tecnologia desde o surgimento dos direitos de propriedade intelectual. É a presença de patentes e direitos autorais que permite aos inventores auferir lucros para cobrir os custos iniciais do desenvolvimento de novas idéias. No último (ou nos dois últimos) século(s), a economia mundial testemunhou um crescimento rápido e sustentado da população, da tecnologia e da renda *per capita* como jamais se tinha visto na história.

Pense em como a economia do modelo se teria comportado na ausência de direitos de propriedade. Nesse caso, os inovadores seriam incapazes, em primeiro lugar, de auferir os lucros que os incentivam, e assim não haveria pesquisa. Sem pesquisa não seriam geradas novas idéias, a tecnologia seria constante e não haveria crescimento *per capita* na economia. Falando em termos gerais, uma situação assim era a que prevalecia no mundo antes da Revolução Industrial.[13]

Finalmente, um grande corpo de estudos sugere que os retornos sociais à inovação continuam sendo bem superiores aos retornos privados. Embora sejam substanciais, os "prêmios" que o mercado oferece aos inovadores potenciais ficam aquém do ganho total para a sociedade em função das inovações. Esse hiato entre retornos privados e sociais sugere que a criação de novos mecanismos de incentivo à pesquisa poderia, ainda, gerar grandes ganhos. Mecanismos como o das patentes são eles próprios idéias, e não há razão para imaginar que as melhores idéias já tenham sido descobertas.

[13] Houve, naturalmente, avanços científicos e tecnológicos antes de 1760, mas eram intermitentes e havia pouco crescimento sustentado. Os avanços que ocorreram poderiam ser atribuídos à curiosidade intelectual, a recompensas do governo ou a financiamentos públicos (como o prêmio para a criação do cronômetro e o apoio aos observatórios astronômicos).

APÊNDICE: Solução para a participação de P&D

A participação da população que trabalha em pesquisa, s_R, é obtida quando o salário no setor de bens finais é igual àquele auferido no setor de pesquisas:

$$\bar{\delta} P_A = (1-\alpha)\frac{Y}{L_Y}.$$

Substituindo P_A por seu valor na equação (5.18),

$$\bar{\delta}\frac{\pi}{r-n} = (1-\alpha)\frac{Y}{L_Y}.$$

Recorde que π é proporcional a Y/A na equação (5.14):

$$\frac{\bar{\delta}}{r-n}\alpha(1-\alpha)\frac{Y}{A} = (1-\alpha)\frac{Y}{L_Y}.$$

Vários termos se cancelam, e com isso resta

$$\frac{\alpha}{r-n}\frac{\bar{\delta}}{A} = \frac{1}{L_Y}.$$

Finalmente, observe que, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, $\dot{A}/A = \bar{\delta} - L_A/A$ de modo que $\bar{\delta}/A = g_A/L_A$. Com essa substituição,

$$\frac{\alpha g_A}{r-n} = \frac{L_A}{L_Y}.$$

Observe que L_A/L_Y é apenas $s_R/(1-s_R)$. Resolvendo a equação para s_R, verificamos que

$$s_R = \frac{1}{1+\frac{r-n}{\alpha g_A}},$$

como mostra a equação (5.19).

EXERCÍCIOS

1. *Um aumento na produtividade da pesquisa*. Imagine que ocorre um aumento único na produtividade da pesquisa, representado por um aumento de δ na Figura 5.1. O que ocorre, ao longo do tempo, com a taxa de crescimento e o nível de tecnologia?

2. *Uma quantidade excessiva de algo bom*? Pense no nível de renda *per capita* ao longo de uma trajetória de crescimento equilibrado dada pela equação (5.11). Ache o valor de s_R que maximize o produto por trabalhador ao longo da trajetória de crescimento equilibrado desse exemplo. De acordo com esse critério, é possível haver P&D demais?

3. *O futuro do crescimento econômico* (extraído de Jones [1997b]). Recorde que, como vimos na Figura 4.6 e nos comentários feitos em torno da mesma no Capítulo 4, o número de cientistas e engenheiros engajados em P&D cresceu mais rapidamente do que a população mundial, nas economias avançadas do mundo. Para usar alguns números plausíveis, imagine um crescimento populacional de 1% e uma taxa de crescimento para os pesquisadores de 3% ao ano. Suponha que $\dot{A}/A$ seja uma constante em torno de 2% ao ano. (Por quê?)

   (a) Usando a equação (5.6), estime $\lambda/(1-\phi)$.

   (b) Usando essa estimativa e a equação (5.7), faça uma estimativa da trajetória de crescimento de longo prazo do estado estacionário para a economia mundial.

   (c) Por que esses números diferem? O que significam?

   (d) O fato de que muitos países em desenvolvimento estejam começando a se envolver com P&D muda esse cálculo?

4. *A parcela do excedente apropriada pelos inventores* (extraído de Kremer [1996]). Na Figura 5.4, encontre a razão entre o lucro captado pelo monopolista e o total do excedente do consumidor disponível se o bem tivesse seu preço igualado ao custo marginal. Suponha que o custo marginal é a constante c e que a curva de demanda seja linear e dada por $Q = a - bP$, onde a, b e c são constantes positivas com $a - bc > 0$.

6 MODELO SIMPLES DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

modelo neoclássico de crescimento nos permite pensar em por que alguns países são ricos enquanto outros são pobres, considerando a tecnologia e a acumulação de fatores como exógenos. O modelo de Romer fornece os fundamentos microeconômicos para um modelo de fronteira tecnológica e das razões do crescimento da tecnologia ao longo do tempo. Responde pormenorizadamente a nossas indagações relativas ao "motor do crescimento". Neste capítulo, trataremos da questão lógica seguinte, que se relaciona com a maneira como a tecnologia se difunde entre países e porque a tecnologia adotada em alguns países é tão mais avançada do que em outros.

6.1 MODELO BÁSICO

O quadro que apresentaremos se desenvolve naturalmente em torno do modelo de Romer visto no Capítulo 5. O componente que acrescentaremos ao modelo é um caminho para a transferência de tecnologia. Tornaremos endógeno o mecanismo através do qual diferentes países adquirem a capacidade de usar vários bens de capital intermediários.

Como no modelo de Romer, os países obtêm um produto homogêneo, Y, utilizando mão-de-obra, L, e um conjunto de bens de capital, x_j. O "número" de bens de capital que os trabalhadores podem empregar é limitado pelo seu nível de qualificação, h:[1]

[1] Esta função de produção é também considerada por Easterly, King *et al.* (1994).

$$Y = L^{1-\alpha} \int_0^h x_j^{\alpha} dj. \tag{6.1}$$

Mais uma vez, pense na integral como em um somatório. Um trabalhador altamente qualificado pode usar mais bens de capital do que um trabalhador pouco qualificado. Por exemplo, um trabalhador altamente qualificado pode usar máquinas-ferramentas computadorizadas que não são adequadas aos trabalhadores cujas qualificações estão abaixo de um certo nível.

No Capítulo 5, focalizamos a invenção de novos bens de capital como motor do crescimento da economia mundial. Aqui, nosso foco será oposto. Imaginaremos estar examinando o desempenho econômico de um único pequeno país, potencialmente bem afastado da fronteira tecnológica. Esse país cresce mediante o aprendizado da utilização dos bens de capital mais avançados que já estão disponíveis para o resto do mundo. Enquanto podemos considerar que o modelo do Capítulo 5 se aplica à OCDE ou ao mundo como um todo, esse modelo se aplica melhor a uma economia específica.

Uma unidade de qualquer bem de capital intermediário pode ser produzida com uma unidade de capital bruto. Para simplificar as coisas, vamos supor que essa transformação se faz sem esforço e que pode ser desmanchada também sem esforço. Assim,

$$\int_0^{h(t)} x_j(t)\, dj = K(t), \tag{6.2}$$

isto é, a quantidade total de bens de capital de todos os tipos empregada na produção é igual à oferta total de capital bruto. Os bens intermediários são tratados simetricamente no modelo, de modo que $x_j = x$, para todo j. Esse fato, junto com a equação (6.2) e a função de produção (6.1), implica que a tecnologia de produção agregada para essa tecnologia toma a forma da conhecida função Cobb-Douglas

$$Y = K^{\alpha}(hL)^{1-\alpha} \tag{6.3}$$

Observe que o nível de qualificação de um indivíduo, h, entra na equação tal como uma tecnologia aumentadora de mão-de-obra.

O capital, K, é acumulado mediante a renúncia ao consumo, e a equação da acumulação de capital é padrão:

$$\dot{K} = s_K Y - dK,$$

onde s_K é a participação do investimento no produto da economia (o restante se destina ao consumo) e d é uma constante exponencial maior que zero que representa a taxa de depreciação.

Nosso modelo difere daquele do Capítulo 3 em termos da acumulação de qualificações, h. Ali, o nível individual de qualificação era simplesmente função dos anos de escolaridade. Aqui, generalizaremos a idéia como se segue. "Qualificação" será definido agora como o conjunto de bens intermediários que uma pessoa aprendeu a utilizar. À medida que as pessoas progridem do uso de enxadas e bois para o uso de agrotóxicos e tratores, a economia cresce. As pessoas aprendem a usar os bens de capital mais avançados de acordo com

$$\dot{h} = \mu e^{\psi u} A^{\gamma} h^{1-\gamma}. \tag{6.4}$$

Nessa equação, u denota o tempo que uma pessoa destina à acumulação de qualificações em vez de trabalhar. Empiricamente, podemos pensar em u como em anos de escolaridade, embora seja óbvia a possibilidade de aprendizado de habilidades à margem da instrução formal. A representa a fronteira tecnológica mundial. É o índice dos bens de capital mais avançados inventados até o momento. Supomos que $\mu > 0$ e $0 < y \leq 1$.[2]

A equação (6.4) apresenta alguns aspectos que merecem comentário. Primeiro, observe que preservamos a estrutura exponencial básica da acumulação de qualificações. O dispêndio de tempo adicional na acumulação de qualificações aumentará proporcionalmente o nível de qualificações. Como no Capítulo 3, isso se destina a acompanhar a evidência microeconômica dos retornos à escolaridade. Segundo, os dois últimos termos sugerem que a variação na qualificação é a média (geométrica) ponderada do nível de qualificação na fronteira, A, e do nível individual de qualificação, h.

Para visualizar mais claramente as implicações da equação (6.4) quanto à acumulação de qualificações, podemos dividir ambos os lados por h:

$$\frac{\dot{h}}{h} = \mu e^{\psi u} \left(\frac{A}{h}\right)^{\gamma}. \tag{6.5}$$

Essa equação torna clara a hipótese implícita de que é mais difícil aprender a usar um bem intermediário que está correntemente próximo à fronteira. Quanto mais próximo da fronteira, A, estiver o nível de qualificação de uma pessoa, h, menor será a razão A/h e mais lenta será a sua acumulação de qualificações. Isso implica, por exemplo, que levava muito mais tempo aprender a usar computadores trinta anos atrás, quando era uma novidade, do que hoje.

Supõe-se que a fronteira tecnológica evolua em decorrência do investimento em pesquisa feito pelas economias avançadas. A partir dos resultados

[2] A equação (6.4) lembra uma relação analisada por Nelson e Phelps (1966) e, mais recentemente, por Bils e Klenow (1996).

do modelo de Romer, supomos que a fronteira tecnológica se expanda a uma taxa constante, g:

$$\frac{\dot{A}}{A} = g.$$

Um modelo mais completo permitiria que as pessoas escolhessem trabalhar seja no setor de bens finais seja no setor de pesquisa, como no Capítulo 5. Em um modelo como esse, g seria uma função dos parâmetros da função de produção de idéias e da taxa de crescimento da população mundial. Contudo, para simplificar a análise, não desenvolveremos essa versão mais completa. Nesse modelo, vamos imaginar que há no mundo um conjunto de idéias que podem ser usadas à vontade por qualquer país. A fim de tirar partido dessas idéias, todavia, o país precisa aprender a usá-las.

6.2 ANÁLISE DO ESTADO ESTACIONÁRIO

Como nos capítulos anteriores, vamos imaginar que a taxa de investimento da economia e o tempo que as pessoas destinam à acumulação de qualificações em vez de trabalhar são dados exogenamente e são constantes. É uma hipótese que se está tornando cada vez mais desagradável e que será analisada mais detidamente no próximo capítulo. Também suporemos que a força de trabalho da economia cresce à taxa exógena e constante n.

Para encontrar a trajetória de crescimento equilibrado dessa economia, pense na equação de acumulação de qualificações (6.5). Ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, a taxa de crescimento de h deve ser constante. Uma vez que h entra na função de produção, equação (6.3), como uma tecnologia aumentadora de mão-de-obra, a taxa de crescimento de h determinará a taxa de crescimento do produto por trabalhador, $y \equiv Y/L$, e o capital por trabalhador, $k \equiv K/L$. Da equação (6.5) sabemos que $\dot{h}/h$ será constante se, e apenas se, A/h for constante, de modo que h e A precisam crescer à mesma taxa. Portanto, temos

$$g_y = g_k = g_h = g_A = g, \tag{6.6}$$

onde, como de costume, g_x representa a taxa de crescimento da variável x. A taxa de crescimento da economia é dada pela taxa de crescimento do capital humano ou da qualificação e essa taxa de crescimento está condicionada pela taxa de crescimento da fronteira tecnológica mundial.

Para encontrar o nível de renda ao longo dessa trajetória de crescimento equilibrado, procedemos como habitualmente. A equação de acumulação de capital implica que, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, a razão capital-produto é dada por

$$\left(\frac{K}{Y}\right)^* = \frac{s_K}{n+g+d}.$$

Substituindo esses valores na função de produção, equação (6.3), depois de reescrevê-la em termos de produto por trabalhador, temos

$$y^*(t) = \left(\frac{s_K}{n+g+d}\right)^{\alpha/1-\alpha} h^*(t), \tag{6.7}$$

onde o asterisco (*) é usado para representar as variáveis ao longo da trajetória de crescimento equilibrado. Tornamos explícito o fato de que y e h variam ao longo do tempo usando o índice t.

Ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, a razão do nível de qualificação da nossa pequena economia relativamente ao bem de capital mais avançado inventado até o momento é determinada pela equação de acumulação de qualificações (6.5). Sabendo que $g_h = g$, temos

$$\left(\frac{h}{A}\right)^* = \left(\frac{\mu}{g} e^{\psi u}\right)^{1/\gamma}.$$

Essa equação nos diz que quanto mais tempo as pessoas destinam à acumulação de qualificações, mais próxima da fronteira tecnológica está a economia.[3]

Usando essa equação para substituir h na equação (6.7), podemos escrever o produto por trabalhador ao longo da trajetória de crescimento equilibrado como uma função de variáveis e parâmetros exógenos:

$$y^*(t) = \left(\frac{s_K}{n+g+d}\right)^{\alpha/1-\alpha} \left(\frac{\mu}{g} e^{\psi u}\right)^{1/\gamma} A^*(t). \tag{6.8}$$

As equações (6.6) e (6.8) representam as principais descrições das implicações do nosso modelo simplificado em relação ao crescimento econômico e ao desenvolvimento. Lembre-se que a equação (6.6) mostra que, ao longo da trajetória de crescimento equilibrado, o produto por trabalhador aumenta à taxa de crescimento do nível de qualificação da força de trabalho. Essa taxa de crescimento é dada pela taxa de crescimento da fronteira tecnológica.

[3] Para assegurar-nos que a razão h/A é menor que um, supomos que μ é suficientemente pequeno.

A equação (6.8) caracteriza o nível de produto por trabalhador ao longo da trajetória de crescimento equilibrado. O leitor atento observará a semelhança entre essa equação e a solução do modelo neoclássico apresentada na equação (3.8) do Capítulo 3. O modelo desenvolvido no presente capítulo, ao destacar a importância das idéias e da transferência de tecnologia, oferece uma interpretação do modelo neoclássico de crescimento segundo uma "nova teoria do crescimento". Aqui, as economias crescem porque aprendem a utilizar novas idéias geradas em todo o mundo.

Fazem-se oportunos outros comentários relativos a essa equação. Primeiro, o termo inicial da equação (6.8) *já é conhecido a partir do modelo de Solow original*. Esse termo indica que economias que investem mais em capital físico serão mais ricas, e economias cujas populações crescem muito depressa serão mais pobres.

O segundo termo da equação (6.8) reflete a acumulação de qualificações. Economias que destinam mais tempo à acumulação de qualificações estarão mais próximas da fronteira tecnológica e serão mais ricas. Observe que esse termo se assemelha ao termo do capital humano na ampliação do modelo de Solow que apresentamos no Capítulo 3. Contudo, aqui tornamos explícito o significado da acumulação de qualificações. Neste modelo, as qualificações correspondem à capacidade de utilizar bens de capital mais avançados. Como no Capítulo 3, a maneira como a acumulação de qualificações afeta a determinação do produto está de acordo com a evidência microeconômica sobre acumulação de capital humano.

Terceiro, o último termo da equação é simplesmente a fronteira tecnológica mundial. Esse é o termo que gera o crescimento do produto por trabalhador ao longo do tempo. Como nos capítulos anteriores, neste modelo o motor do crescimento é a mudança tecnológica. A diferença em relação ao Capítulo 3 é que agora entendemos, a partir da análise do modelo de Romer, de onde vem a mudança tecnológica.

Quarto, o modelo propõe uma resposta às indagações quanto ao porquê das diferenças de níveis tecnológicos entre economias. Por que máquinas avançadas e novos fertilizantes são usados na agricultura dos Estados Unidos enquanto na Índia ou na África subsaariana ainda prevalecem métodos agrícolas muito mais intensivos em mão-de-obra? A resposta destacada por este modelo é que o nível de qualificação das pessoas nos EUA é muito superior ao dos países em desenvolvimento. As pessoas nos países desenvolvidos aprenderam, ao longo dos anos, a usar bens de capital muito avançados, enquanto as pessoas nos países em desenvolvimento investiram menos tempo no aprendizado do uso das novas tecnologias.

Nessa explicação está implícita a hipótese de que as tecnologias estão disponíveis para uso em qualquer lugar do mundo. Até certo ponto essa é uma hipótese válida. As empresas multinacionais estão sempre buscando novos lugares para investir e esse investimento pode envolver o uso de tecnologia avançada. Por exemplo, a tecnologia da telefonia celular mostrou-se muito útil em uma economia como a da China: em vez de construir a infra-estrutura associada à telefonia fixa, várias empresas estão competindo para oferecer comunicações celulares. Empresas multinacionais estão construindo redes elétricas em vários países, incluindo a Índia e as Filipinas. Esses exemplos sugerem que as tecnologias estão disponíveis para fluírem muito rapidamente em torno do mundo, desde que a economia tenha infra-estrutura e treinamento para empregar as novas tecnologias.

Ao explicar as diferenças em tecnologia por meio das diferenças em qualificação, esse modelo não pode explicar uma das observações empíricas apresentadas no Capítulo 3. Ali foi calculada a produtividade total dos fatores (PTF) – a produtividade agregada dos insumos de um país, incluindo capital físico e humano – e documentado que os níveis da PTF variam consideravelmente entre os países. Essa variação não é explicada pelo presente modelo, no qual a produtividade total dos fatores é igual em todos os países. Então, o que explica essas diferenças? Esta é uma das questões a serem tratadas no próximo capítulo.[4]

6.3 TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

No modelo que acabamos de delinear, a transferência de tecnologia ocorre porque as pessoas de uma economia aprendem a usar bens de capital mais avançados. Para simplificar o modelo, supusemos que os projetos de novos bens de capital estavam livremente disponíveis para os produtores de bens intermediários.

Na prática, a transferência de tecnologia é bem mais complicada. Por exemplo, pode-se imaginar que os projetos dos novos bens de capital precisam ser ligeiramente alterados em diferentes países. O câmbio de um automóvel pode precisar ser passado para o outro lado do carro, ou a fonte de energia de um aparelho elétrico pode precisar de alterações para adaptar-se a padrões diferentes.

A transferência de tecnologia também levanta a questão da proteção internacional às patentes. Os direitos de propriedade intelectual válidos em um país também são aplicados em outro país? Sendo assim, novos projetos podem necessitar de registro do inventor antes de poderem ser utilizados. Como foi observado no Capítulo 4, a capacidade de se vender as próprias idéias em um mercado global gera retornos à invenção, incentivando assim a pesquisa.

Os custos de adaptação ou de licenciamento de novos projetos se assemelham, em certos aspectos, aos custos fixos da invenção. Pense, no caso, qual o inventor do nosso hipotético software WordTalk está decidindo se cria ou não uma versão do software para a China. De certo modo, adaptar o software

[4] Falando de modo rigoroso, devemos ser cautelosos ao aplicar as evidências do Capítulo 3 a este modelo. Por exemplo, aqui o expoente $(1/\gamma)$ sobre o tempo despendido na acumulação de qualificações é um parâmetro adicional.

para a língua chinesa quase equivale à criação de um programa totalmente novo. Pode ser necessário fazer desembolsos iniciais substanciais para alterar o programa. O fato de que a China seja um mercado potencialmente imenso pode tornar viável o pagamento desses custos. Mas, naturalmente, somente quando os direitos de propriedade intelectual são respeitados. Além disso, as qualificações da força de trabalho chinesa são claramente relevantes; não é apenas o número de habitantes da China o que importa, mas o número de pessoas que possui computadores e tem capacidade de usá-los.[5]

6.4 ENTENDENDO AS DIFERENÇAS NAS TAXAS DE CRESCIMENTO

Uma das principais implicações da equação (6.8) é que todos os países registram a mesma taxa de crescimento no longo prazo, dada pela taxa de expansão da fronteira tecnológica mundial. Nos Capítulos 2 e 3, consideramos isso como sendo apenas um dado. O modelo simples de transferência de tecnologia que apresentamos neste capítulo oferece uma justificação para essa hipótese.[6]

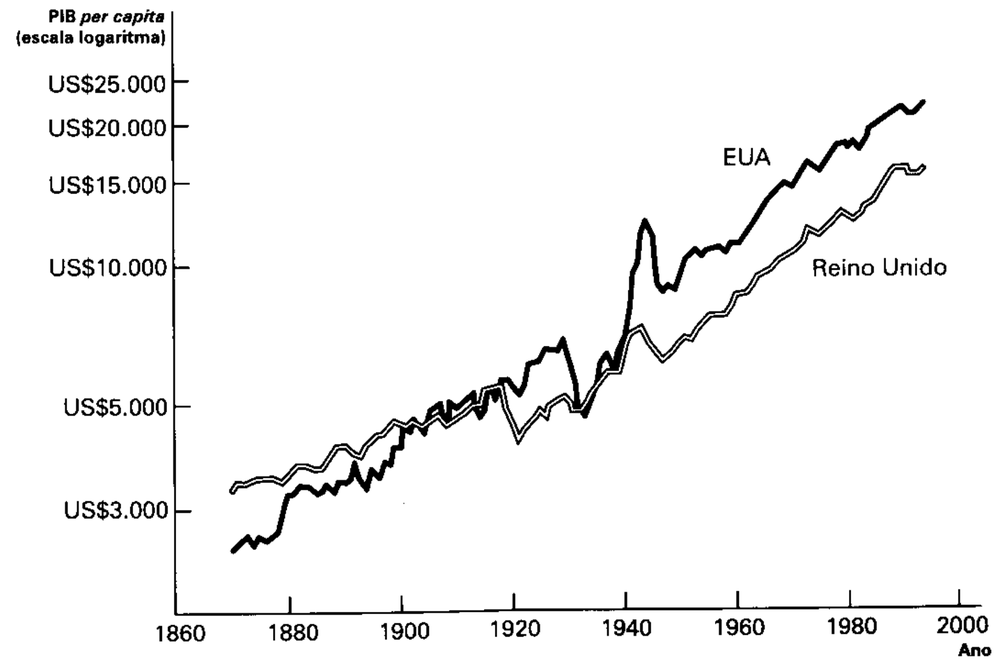
Em modelos embasados na difusão da tecnologia, a conclusão de que todos os países registram uma taxa de crescimento comum é típica. Bélgica e Cingapura não crescem apenas, ou mesmo principalmente, em conseqüência das idéias geradas por cidadãos de cada um desses países. As populações desses países são simplesmente pequenas demais para gerar um grande número de idéias. Na verdade, essas economias crescem ao longo do tempo porque – em maior ou menor medida – são bem-sucedidas no aprendizado do emprego de novas tecnologias inventadas em outros lugares. Nó final, a difusão das tecnologias, mesmo que isso leve muito tempo, impede qualquer economia de ficar demasiadamente para trás.[7]

Como é que essa previsão de que todos os países terão a mesma taxa de crescimento de longo prazo se reflete na evidência empírica? Em particular, sabemos que as taxas médias de crescimento das duas ou três décadas mais recentes variaram muito entre os países (ver Capítulo 1). Enquanto a economia dos EUA cresceu 1,4%, a economia japonesa cresceu 5% ao ano entre 1950 e 1990. Diferenças também se registram em longos períodos. Por exemplo, de 1870 a 1994, os Estados Unidos cresceram a uma taxa média de 1,8%, enquanto o Reino Unido cresceu bem mais lentamente, 1,3%. Essa grande variação nas taxas médias de crescimento, observadas empiricamente, estarão desmentindo o modelo?

A resposta é não, e é importante entender o porquê. A razão já foi apresentada no Capítulo 3. Mesmo sem diferenças nas taxas de crescimento de longo prazo entre um país e outro, podemos explicar a grande variação das taxas de crescimento pela *dinâmica da transição*. Enquanto os países mudam sua posição na distribuição de renda de longo prazo, eles podem crescer a taxas diferentes. Países que estão "abaixo" de sua trajetória de crescimento equilibrado do estado estacionário deveriam crescer a taxas superiores a g, ocorrendo o inverso com os países que se situam "acima" dessa trajetória. O que leva as economias a se afastarem do estado estacionário? Inúmeros fatores. Um choque no estoque de capital do país (destruído por uma guerra, por exemplo) é um caso típico. Uma reforma política que aumenta o investimento em capital e em acumulação de qualificações é outro.

Isto pode ser ilustrado examinando-se mais de perto o comportamento das economias dos Estados Unidos e do Reino Unido nos últimos 125 anos. A Figura 6.1 representa graficamente o logaritmo do PIB *per capita* dos dois países de 1870 a 1994. Como já foi dito, o crescimento dos EUA no período foi meio ponto percentual maior que o crescimento do Reino Unido. Contudo, um exame atento da Figura 6.1 mostra que quase toda essa diferença foi registrada no período anterior a 1950, enquanto os Estados Unidos se sobrepu-

FIGURA 6.1 RENDA NOS ESTADOS UNIDOS E NO REINO UNIDO – 1870-1994.



Fonte: Maddison (1995).

[5] Isto se relaciona de certo modo com a idéia de Basu e Weil (1996) de que certas tecnologias só são adequadas uma vez que tenha sido atingido um certo patamar de desenvolvimento. Para usar um de seus exemplos, os trens japoneses mais modernos não serão muito úteis em uma economia como a de Bangladesh, que depende de bicicletas e carros de boi.

[6] O restante desta seção está embasado em Jones (1997a).

[7] Uma exceção importante é notável e será vista no Capítulo 7. Imagine que as políticas de um país sejam tão ruins que impeçam as pessoas de auferir um retorno sobre seus investimentos. Isto pode impedir qualquer investimento e resultar em uma "armadilha de desenvolvimento" na qual a economia não cresce.

nham ao Reino Unido como economia-líder do mundo. De 1870 a 1950, os Estados Unidos cresceram a uma taxa anual de 1,7%, enquanto a taxa do Reino Unido era de apenas 0,9%. Contudo, a partir de 1950, o crescimento das duas economias foi praticamente idêntico. Os Estados Unidos cresceram à taxa anual de 1,95% entre 1950 e 1994, enquanto o Reino Unido crescia à taxa de 1,98%.

O exemplo sugere que temos que ser extremamente cautelosos ao interpretar diferenças em taxas de crescimento médio entre os países. Mesmo ao longo de períodos muito extensos elas podem diferir. É isto o que prevê o modelo. Contudo, isso não quer dizer que a taxa de crescimento de longo prazo subjacente varie entre uma economia e outra. O fato de que o Japão experimentou um crescimento bem mais veloz que o dos Estados Unidos nos últimos quarenta anos diz muito pouco a respeito da taxa de crescimento de longo prazo subjacente desses países. Inferir que o Japão continuará registrando seu desempenho extraordinário seria análogo a concluir nos anos 1950 que os EUA cresceriam permanentemente a taxas superiores às do Reino Unido. A história nos mostrou que pelo menos essa inferência era incorreta.

O modelo apresentado neste capítulo ilustra outro ponto importante. O princípio da dinâmica da transição não é apenas uma característica da equação da acumulação de capital no modelo neoclássico de crescimento, como foi o caso do Capítulo 3. No presente modelo, a dinâmica da transição envolve não apenas a acumulação de capital mas também uma especificação de transferência de tecnologia na equação (6.4). Por exemplo, imagine que um país resolva reduzir tarifas e barreiras comerciais e abrir sua economia ao resto do mundo. Essa reforma política pode melhorar a capacidade do país de transferir tecnologias do exterior; podemos representar isso por um valor mais elevado de μ. De acordo com a equação (6.8), um aumento em μ eleva o nível de renda do estado estacionário nessa economia. Isto significa que, no nível corrente, a economia está agora abaixo da sua renda de estado estacionário. O que acontece nesse caso? O princípio da dinâmica da transição nos diz que a economia cresce rapidamente enquanto se move para um nível de renda mais elevado.

EXERCÍCIOS

1. Como se pode escolher um valor de γ para ser usado na análise empírica do modelo (como no Capítulo 3)? Mantendo-se constantes as demais coisas, use esse valor para mostrar como as diferenças na qualificação afetam o produto por trabalhador no estado estacionário em comparação com o modelo usado no Capítulo 3.
2. Esse modelo explica diferenças no nível de renda entre países por meio de diferenças em s_K e u. O que é insatisfatório nessa explicação?
3. Como o modelo explica diferenças entre países nas taxas de crescimento observadas?
4. Que valores de μ asseguram que h/A seja menor que 1?
5. Esse problema trata do efeito sobre a sofisticação tecnológica de uma economia de um aumento de sua abertura à transferência de tecnologia. Especificamente, volta-se para os efeitos de curto e de longo prazos sobre h de um aumento em μ. *Dica*: dê uma olhada na Figura 5.1, do Capítulo 5.
   (a) Trace um gráfico com $\dot{h}/h$ no eixo vertical e A/h no eixo horizontal. No gráfico trace duas linhas:

$$\frac{\dot{h}}{h} = \mu e^{\psi u}\left(\frac{A}{h}\right)$$

e

$$\dot{h}/h = g.$$

(Observe que estamos supondo que $\gamma = 1$.) O que representam as duas linhas e qual o significado do seu ponto de interseção?

   (b) A partir do estado estacionário, analise os efeitos no curto e no longo prazos de um aumento em μ sobre a taxa de crescimento de h.

   (c) Represente graficamente o comportamento de h/A ao longo do tempo.

   (d) Represente graficamente o comportamento de $h(t)$ ao longo do tempo (usando um gráfico com escala logarítmica).

   (e) Comente as conseqüências de um aumento na abertura à transferência de tecnologia sobre a sofisticação tecnológica de uma economia.

7 INFRA-ESTRUTURA E DESEMPENHO ECONÔMICO DE LONGO PRAZO

"Com freqüência se supõe que uma economia de empresas privadas apresenta uma tendência automática para a inovação, mas não é assim. Tal economia tem uma tendência para a busca do lucro."

– ERIC J. HOBSBAWM (1969), citado por Baumol (1990), p. 893.

Uma hipótese importante sustentada por todos os modelos vistos até agora é que as taxas de investimento e o tempo que as pessoas destinam à acumulação de qualificações são dados exogenamente. Quando perguntamos por que alguns países são ricos enquanto outros são pobres, a resposta tem sido a de que os países ricos investem mais em capital e destinam mais tempo ao aprendizado do uso de novas tecnologias. Contudo, essa resposta levanta novas indagações: por que alguns países investem mais do que outros e por que as pessoas destinam, em alguns países, mais tempo ao aprendizado de novas tecnologias?

Essas questões são atualmente um dos objetos mais importantes da pesquisa dos economistas que estudam o crescimento e o desenvolvimento, mas ainda não há consenso quanto à resposta. Assim, não há um modelo "canônico" para nos ajudar a delinear uma resposta, como fizeram os modelos de Solow e Romer no caso das questões anteriores. Todavia, a teoria é uma forma tão útil de organizar os pensamentos que, no presente capítulo, apresentaremos um esquema bem básico para tratar essas questões. Esse esquema parte de um problema simples de investimento do tipo que os gerentes de negócios enfrentam todos os dias.[1]

[1]Este capítulo desenvolve uma série de idéias apresentadas por Hall e Jones (1996).

7.1 PROBLEMA DO INVESTIMENTO EMPRESARIAL

Imagine que você é o gerente de uma grande e bem-sucedida empresa multinacional e que está pensando em abrir uma subsidiária em outro país. Como você decide se fará o investimento?

Uma maneira de avaliar o projeto de investimento é a chamada *análise de custo-benefício*. Para tanto se calculam os custos totais do projeto e os benefícios totais, e, se os benefícios forem maiores do que os custos, leva-se o projeto adiante.

Suponha que a implementação do projeto da subsidiária envolva um custo de instalação, a ser desembolsado uma única vez, de F. Por exemplo, a implantação da subsidiária pode exigir a obtenção de autorizações internas e externas, bem como contatos de negócio com fornecedores e distribuidores no país estrangeiro.

Uma vez implantado o negócio, imaginemos que ele gera lucro durante todo o período de sua existência. Se Π representa o valor presente descontado do fluxo de lucros anuais, então Π é o valor da subsidiária, uma vez implantado o negócio. Por quê? Imagine que a matriz decide vender a subsidiária depois que o custo F for pago. Quanto outra empresa estaria disposta a pagar para adquirir a subsidiária? A resposta é o valor presente descontado dos lucros futuros, ou pelo menos o que se espera venham a ser. É isso que é Π.

Com essa formalização básica do problema de investimento, decidir se o projeto será empreendido ou não é um problema simples. Se o valor do negócio, após sua implantação, é maior que o custo de instalar a subsidiária, então o gerente deve empreender o projeto. A decisão do gerente é

$$\Pi \geq F \rightarrow \text{Investe}$$
$$\Pi < F \rightarrow \text{Não investe.}$$

Embora tenhamos escolhido um projeto empresarial para explicar essa análise, o esquema básico pode ser aplicado para determinar um investimento interno de uma empresa local, a transferência de tecnologia de uma multinacional ou a decisão de acumular qualificações de um indivíduo. A extensão para a transferência de tecnologia é inerente ao exemplo empresarial. Parte substancial da transferência de tecnologia deve ocorrer exatamente desse modo – quando a multinacional decide instalar um novo tipo de negócio em um país estrangeiro. Com relação à aquisição de qualificações, uma história semelhante se aplica. As pessoas devem decidir quanto tempo destinar à aquisição de qualificações específicas. Por exemplo, pense na decisão de dedicar mais um ano aos estudos. F é o custo da instrução, tanto em termos de despesas diretas quanto em termos de custo de oportunidade (as pessoas podem dedicar o tempo ao trabalho em vez de dedicá-los aos estudos). O benefício Π reflete o valor presente do acréscimo no salário, resultante da aquisição adicional de qualificação.

O que determina as magnitudes de F e Π em diferentes economias? Há suficiente variação em F e Π para explicar a imensa variação em taxas de investimento, em resultados educacionais e em produtividade total de fatores? A hipótese que adotaremos neste capítulo é que há bastante variação nos custos de instalação de um negócio e na capacidade dos investidores de colher retornos de seus investimentos. Essas variações decorrem, em boa medida, das diferenças nas políticas públicas e nas instituições – o que podemos chamar de *infra-estrutura*. Um bom governo oferece as instituições e a infra-estrutura que minimizam F e maximizam Π (ou, melhor dizendo, maximizam $\Pi - F$), incentivando assim o investimento.

7.2 DETERMINANTES DE *F*

Primeiro, pense no custo de instalação da subsidiária, F. Implementar um negócio, mesmo que a *idéia* que motiva o empreendimento já tenha sido criada – digamos "a última palavra" em software ou que se tenha chegado à conclusão de que determinado trecho de certa rua seja o lugar perfeito para um quiosque de cachorro-quente – exige vários passos. Cada um deles requer a interação com outra parte, e se esta tem o poder de "atrasar" o negócio podem aparecer problemas. Por exemplo, para instalar o quiosque, precisamos comprar o local, autoridades terão de vistoriar as instalações e pode ser necessário um alvará de funcionamento. A companhia de energia elétrica pode exigir outro tipo de vistoria e autorização. Cada um desses passos abre a oportunidade para que um burocrata esperto exija um suborno ou para que o governo determine o pagamento de uma taxa.

Essas preocupações podem ser sérias. Por exemplo, depois de ter adquirido o terreno e conseguido os alvarás, o que impede que algum burocrata – talvez aquele a quem cabe a concessão do último alvará – exija uma propina igual (ou ligeiramente menor) a Π ? Nesse ponto o gerente racional, sem outra escolha que não a de cancelar o projeto, pode ser forçado a ceder e pagar a propina. Todos os outros alvarás e propinas já pagos são "custos ocultos" e não entram no cálculo relativo ao próximo pagamento.

Mas, obviamente, o gerente esperto terá imaginado esse cenário a partir do primeiro momento, antes de comprar terreno ou equipamentos e de pagar qualquer alvará ou propina. A escolha racional nesse ponto *ex-ante* é não realizar investimento algum.

Aos que residem em países avançados como os Estados Unidos ou o Reino Unido, isso pode parecer uma questão pouco importante na prática. Mas, como veremos, esta é exatamente a questão. Os países avançados oferecem um ambiente de negócios dinâmico, repleto de investimentos e talentos empresariais, justamente *porque* essas preocupações são mínimas.

Há inúmeras narrativas que sugerem que, em outros países, esse tipo de problema pode ser bastante sério. Reflita sobre o exemplo a seguir, que descreve o problema do investidor estrangeiro na Rússia pós-comunista:

> Para investir em uma empresa russa, o estrangeiro deve subornar todas as repartições envolvidas com o investimento externo, incluindo o escritório de investimentos estrangeiros, o ministério da indústria relevante, o ministério das finanças, o executivo do governo local, o legislativo, o banco central, e assim por diante. O resultado óbvio é que os estrangeiros não investem na Rússia. Essas burocracias competitivas, que podem paralisar a qualquer momento o empreendimento, impedem o investimento e o crescimento em todo o mundo, mas sobretudo nos países onde o governo é fraco (Shleifer e Vishny, 1993, pp. 615-16).

Outro excelente exemplo do impacto das políticas e instituições públicas sobre os custos de instalação de uma empresa é dado por Hernando de Soto em *The Other Path* (1989). Como seu famoso xará, este De Soto contemporâneo ganhou fama ao opor-se ao *establishment* peruano. Contudo, o que buscava não eram as riquezas do Peru, mas sim a razão para a falta de riquezas no país.[2]

No verão de 1983, De Soto e uma equipe de pesquisadores começaram a implantar uma pequena fábrica de artigos de vestuário nos arredores de Lima, Peru, com o objetivo explícito de avaliar os custos do cumprimento de todos os regulamentos, trâmites burocráticos e outras restrições ao pequeno empresário que desejava iniciar um negócio. Os pesquisadores se depararam com 11 exigências oficiais, tais como certificado de zoneamento, registro junto às autoridades tributárias, e obtenção de alvará municipal. Para atendê-las, foram necessários 289 dias-homem. Incluindo o pagamento de 2 propinas (embora tivessem sido exigidas 10, "só" foram pagas 2 propinas porque eram absolutamente imprescindíveis para a continuação do projeto), o custo da implantação da pequena empresa foi estimado no equivalente a 32 vezes o salário mínimo mensal.[3]

7.3 DETERMINANTES DE Π

Além dos custos de instalação do negócio, quais são os determinantes da lucratividade esperada do investimento? Vamos classificar esses elementos em três categorias: (1) tamanho do mercado; (2) extensão em que a economia favorece a produção em vez do desvio e (3) a estabilidade do ambiente econômico.

O tamanho do mercado é um dos determinantes críticos de Π e, portanto, um dos fatores fundamentais na decisão quanto a efetivar ou não o negócio. Pense, por exemplo, no desenvolvimento do sistema operacional Windows

---

[2] Bem antes de explorar o rio Mississipi e o sudeste dos Estados Unidos, o mais famoso Hernando de Soto fez fortuna como conquistador espanhol do Peru.
[3] Ver De Soto (1989).

NT, da Microsoft. Teria valido a pena gastar as centenas de milhões de dólares exigidas para o desenvolvimento do projeto se a Microsoft só pudesse vender o sistema operacional no estado de Washington? Provavelmente, não. Mesmo se todos os computadores daquele estado rodassem tal sistema operacional, a receita obtida com sua venda não cobriria os custos de desenvolvimento – simplesmente, o número de computadores no estado é muito pequeno. Na verdade, o mercado para esse software é, literalmente, o mundo, e a presença de um grande mercado aumenta o retorno potencial do investimento. Esse é outro exemplo do "efeito escala" associado a custos fixos, que só são desembolsados uma vez.

O exemplo sugere outro ponto importante: o mercado relevante para um determinado investimento não precisa estar limitado pelas fronteiras nacionais. A extensão em que uma economia está aberta ao comércio internacional tem uma profunda influência potencial no tamanho do mercado. Por exemplo, construir uma fábrica que produza discos rígidos em Cingapura pode parecer uma idéia não muito boa se o mercado inteiro se restringir àquele país: há mais habitantes na baía de San Francisco do que em toda Cingapura. Contudo, o país é um porto natural que serve às principais rotas internacionais e é uma das economias mais abertas do mundo. A partir de Cingapura é possível vender discos rígidos para o resto do mundo.

Outro determinante de importância na determinação dos lucros a serem auferidos a partir de um investimento é a medida em que as regras e instituições de uma economia favorecem a *produção* ou o *desvio*. A produção não exige muita explicação: uma infra-estrutura que a favorece incentiva as pessoas a se engajarem na geração e na transação de bens e serviços. Já o desvio toma a forma de roubo ou expropriação de recursos das unidades produtivas. O desvio pode ser fruto de uma atividade ilegal, como o roubo, a corrupção ou o pagamento de "proteção", ou pode ser legal, como no caso de tributos confiscatórios cobrados pelo governo, de litígios frívolos ou de *lobbies* em favor de interesses especiais.

O primeiro efeito do desvio é que ele funciona como um imposto. Parte da receita ou dos lucros auferidos pelos investimentos são tirados do empreendedor, reduzindo o retorno do investimento. O segundo efeito é que ele incentiva o empreendedor a encontrar maneiras de evitar o desvio. Por exemplo, o empresário pode ter que contratar mais seguranças ou contadores e advogados ou pagar propinas a fim de contornar outras formas de desvio. Naturalmente, isso acaba sendo outra forma de desvio.

A medida em que a infra-estrutura da economia favorece a produção ou o desvio é determinada, em primeiro lugar, pelo governo. É este que faz e implementa as leis que criam o quadro em que se realizam as transações econômicas. Além disso, em economias cuja infra-estrutura favorece o desvio, o próprio governo é muitas vezes um agente de desvio. A tributação é uma forma de desvio e, embora alguns impostos sejam necessários para que o governo possa oferecer as regras e instituições associadas a uma infra-estrutura favorável à produção, os abusos da tributação são possíveis. Os regulamentos e trâmites burocráticos permitem aos funcionários do governo usar sua influência para desviar recursos.

O poder de fazer e implementar leis traz consigo um enorme poder de criação de desvios por parte do governo. Isto sugere a importância de um sistema efetivo de controle mútuo por parte das várias instâncias do governo e da separação de poderes. É uma questão que lembra o velho aforismo "Mas quem será o guardião dos guardiães?", atribuído a Juvenal, satirista da antiga Roma.[4]

Finalmente, a estabilidade do ambiente econômico pode ser um determinante muito importante dos retornos ao investimento. Uma economia na qual as regras e as instituições mudam com freqüência pode ser um lugar arriscado para se investir. Embora as políticas de um dia possam favorecer as atividades econômicas em uma economia aberta, talvez isso não seja válido no dia seguinte. Guerras e revoluções são formas de extrema instabilidade para uma economia.

7.4 QUE INVESTIMENTOS FAZER?

Potencialmente, a infra-estrutura de uma economia tem forte influência sobre o investimento. Economias nas quais a infra-estrutura propicia o desvio em vez da produção terão em geral menos investimento em capital, menos investimento externo que poderia transferir tecnologia, menos investimento nas pessoas que poderiam acumular qualificações e menos investimento de empreendedores que poderiam desenvolver novas idéias que melhorassem as possibilidades produtivas da economia.

Além disso, a infra-estrutura de uma economia pode influir no tipo de investimentos a serem realizados. Por exemplo, em uma economia na qual o roubo é um problema sério, os gerentes investirão capital em grades e sistemas de segurança em vez de investir em máquinas e fábricas. Ou, em uma economia na qual os empregos públicos possibilitam o ganho de renda mediante a arrecadação de taxas ou propinas, as pessoas podem investir em habilidades que lhes permitam obter emprego público em vez de se qualificarem para empregos produtivos.

7.5 EVIDÊNCIA EMPÍRICA

Nosso simples quadro de referência teórico para a análise de investimentos permite várias previsões de ordem geral. Um país que atrai investimentos em

4 Platão, outro grande autor a tratar de guardiões, parece estar menos preocupado com esse problema em sua *República*: "Que eles tenham que se abster do excesso de bebida já foi observado por nós; pois, entre todas as pessoas, um guarda é a última pessoa que deveria embebedar-se e não saber onde está. Sim, disse ele; na verdade, é ridículo pensar que um guardião precisasse de outro guardião para tomar conta dele."

forma de capital para negócios, transferência de tecnologia do exterior e qualificação da mão-de-obra será aquele no qual

- as instituições e leis favorecem a produção em relação ao desvio,
- a economia é aberta ao comércio internacional e à concorrência no mercado global, e
- as instituições econômicas são estáveis.

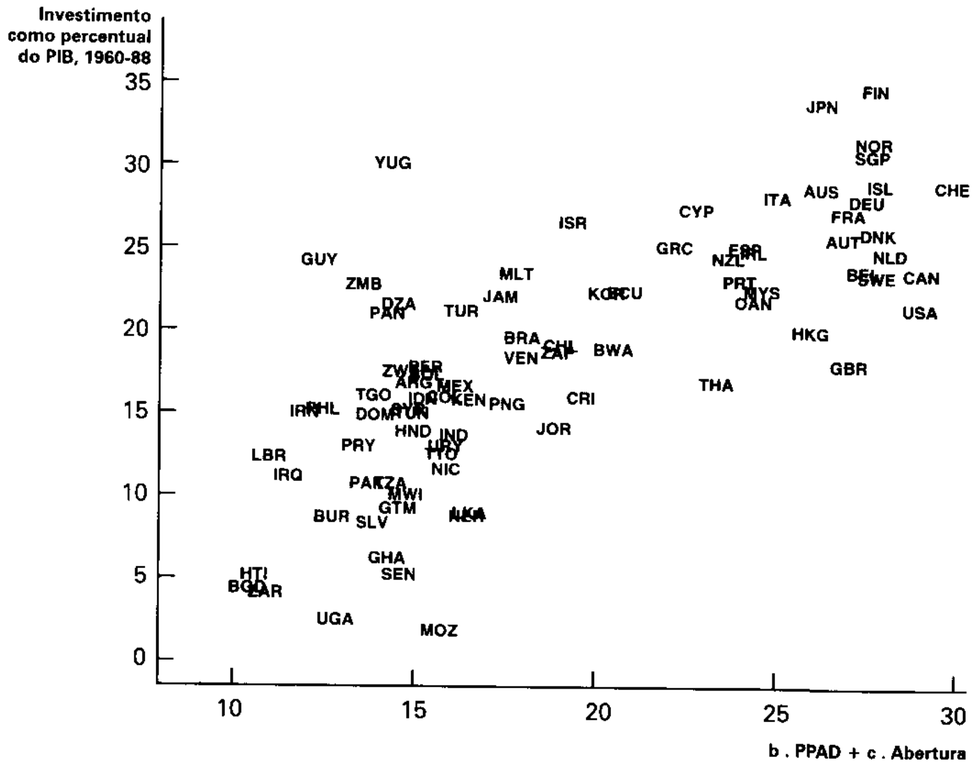
Essas características incentivam as empresas internas a investir em capital físico (fábricas e máquinas), o investimento de empreendedores estrangeiros que podem envolver a transferência de melhor tecnologia e a acumulação de qualificações pessoais. Mais ainda, tal ambiente estimula os empreendedores internos, as pessoas buscam melhores formas de criar, produzir ou transportar bens e serviços em vez de procurar formas mais efetivas de desviar recursos de outros agentes da economia.

Qual a evidência empírica que sustenta essas afirmações? Em termos ideais, seria desejável ter medidas empíricas dos atributos de uma economia que incentivam as várias formas de investimento. Poderia então ser possível observar as economias do mundo para verificar se esses atributos estão associados a altas taxas de investimento e a um desempenho econômico bem-sucedido.

Os resultados de um grande número de pesquisas sobre o desempenho econômico de longo prazo apresentam várias formas de medição de tais atributos. Examinaremos aqui duas dessas medidas.[5] Primeiro, um índice de "políticas públicas antidesvio" (PPAD) é usado para medir a extensão em que a infra-estrutura de uma economia favorece a produção em relação ao desvio. Essa medida foi organizada por uma empresa de consultoria que se especializa em oferecer orientação para investidores multinacionais. Segundo, empregaremos uma medida da extensão em que as economias se abrem ao comércio internacional: a *abertura*. A medida de abertura representa o percentual de anos, a partir de 1950, em que uma economia é classificada como aberta ao comércio internacional de acordo com vários critérios objetivos.

A Figura 7.1 representa graficamente, para vários países, o investimento como percentual do PIB face a esses determinantes. Para entender como esse gráfico foi construído, observe que ele é uma maneira simples de resumir os dados. Poderíamos ter representado, em um gráfico, o investimento e o PPAD e, em outro, investimento e abertura. Para condensar ambos os gráficos em um único gráfico, poderíamos ter comparado o investimento com a soma das duas variáveis, PPAD + abertura. Em vez disso apresentamos as taxas de investimento comparadas com uma combinação linear de ambas as variáveis, $b * \text{PPAD} + c * \text{abertura}$. Para escolher as ponderações, b e c, usamos um procedimento estatístico denominado "mínimos quadrados ordinários", que resulta no melhor "ajustamento" dos dados de investimento. O gráfico mostra que há uma forte relação entre essas variáveis e o investimento: países em que as políticas do governo favorecem a produção e que são abertas ao comércio internacional tendem a ter um investimento muito mais alto em termos de percentual do PIB.

FIGURA 7.1 ENTENDENDO AS DIFERENÇAS ENTRE TAXAS DE INVESTIMENTO.



A Figura 7.2 representa graficamente o número médio de anos de estudo em cada uma das economias em comparação com o PPAD e a abertura.[6] Mais uma vez, verifica-se uma forte relação positiva entre as variáveis. As pessoas destinam mais tempo a acumular qualificações em países abertos ao comércio e que favorecem a produção sobre o desvio.

[5] Essas medidas são apresentadas mais pormenorizadamente em Hall e Jones (1996). Resumidamente, elas estão embasadas em Knack e Keefer (1995) e em Sachs e Warner (1995).

[6] Os parâmetros para ponderar PPAD e abertura (b e c) não são os mesmos nas Figuras 7.1, 7.2 e 7.3. Em cada um dos gráficos foram utilizadas as ponderações que geravam o melhor ajustamento dos dados.

FIGURA 7.2 DIFERENÇAS NA ACUMULAÇÃO DE QUALIFICAÇÕES.

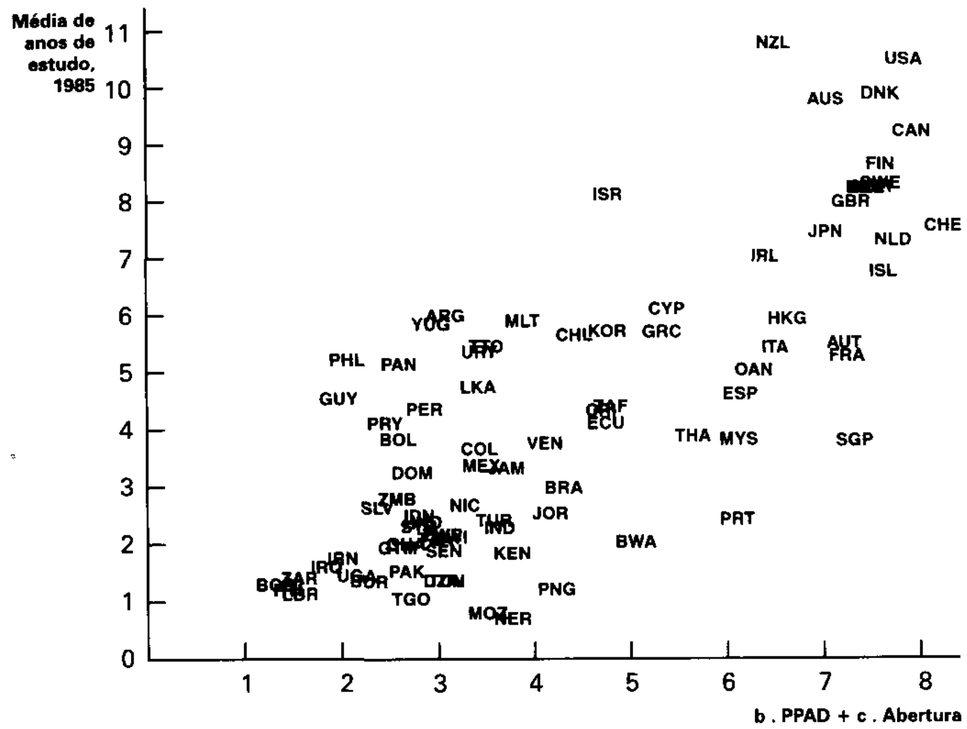
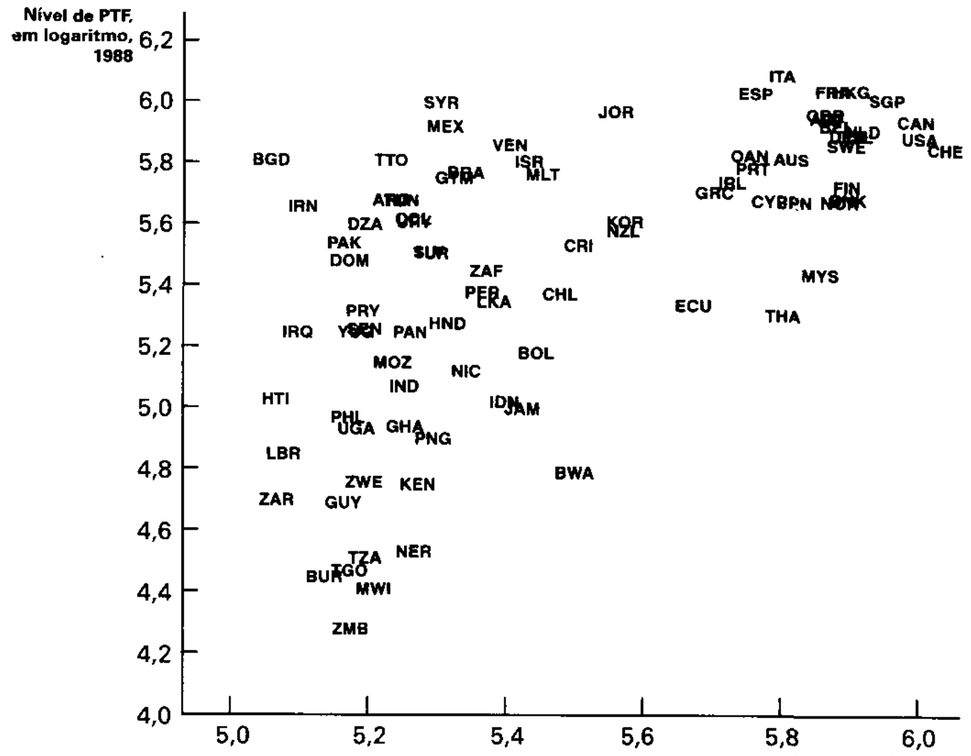


FIGURA 7.3 DIFERENÇAS NA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES.



Esse raciocínio sugere uma possível explicação para o fato estilizado que apresentamos no Capítulo 1 em relação à migração (Fato 7). Lembre-se que a teoria neoclássica padrão sugere que as taxas de retorno estão diretamente relacionadas com a escassez. Se o trabalho qualificado é um fator escasso nas economias em desenvolvimento, o retorno à qualificação nessas economias deveria ser elevado, e isso deveria incentivar a migração de mão-de-obra qualificada dos países ricos para os países pobres. Contudo, na prática parece ocorrer o inverso. A explicação aqui apresentada inverte esse raciocínio. Imagine que, como primeira aproximação, o retorno à qualificação fosse equalizado pela migração. O estoque de qualificação nos países em desenvolvimento é tão baixo porque as pessoas qualificadas não conseguem auferir o retorno pleno de suas qualificações. Boa parte dessas qualificações é desperdiçada pelo desvios – como o pagamento de propinas e o risco de que sua qualificação venha a ser expropriada.[7]

[7]As restrições à migração poderiam, então, explicar o padrão observado de que a mão-de-obra qualificada, quando tem oportunidade, migra dos países em desenvolvimento para os países desenvolvidos.

Finalmente, a Figura 7.3 mostra a representação gráfica da produtividade total de fatores (PTF) comparada com a PPAD e a abertura. Lembre-se de que no Capítulo 3 vimos que alguns países obtêm muito mais produto a partir de seus insumos (capital e qualificações) do que outros. Isso se reflete nas diferenças de PTF entre os países. A Figura 7.3 mostra que essas diferenças também estão relacionadas com as políticas antidesvio e com a abertura ao comércio internacional. Para entender a razão desse fato, podemos pensar em um exemplo simples no qual as pessoas têm a escolha entre ser agricultores ou ladrões. Na economia de Cornucópia, as políticas públicas apóiam decididamente a produção, não há ladrões e a sociedade consegue obter o máximo de produto a partir de seus recursos. Por outro lado, em Cleptocópia, cujas políticas não favorecem a produção, o roubo é uma alternativa atraente. Algumas pessoas se dedicam a roubar os agricultores. Assim, o tempo que os agricultores deveriam dedicar às suas plantações deve ser empregado em proteger as lavouras dos ladrões. Da mesma maneira, parte do capital que poderia ser destinada a tratores é usada para construir cercas a fim de manter os ladrões afastados. A economia de Cornucópia obtém mais produto de seus agricultores e do seu capital do que a economia de Cleptocópia. Portanto, a PTF de Cornucópia é mais elevada.

Esse raciocínio pode nos ajudar a reescrever a função de produção agregada de uma economia, como aquela empregada no Capítulo 6 na equação (6.3), como

$$Y = IK^{\alpha}(hL)^{1-\alpha},$$

onde I representa a influência da infra-estrutura da economia sobre a produtividade de seus insumos. Com essa modificação, temos agora uma teoria completa da produção que dá conta dos resultados empíricos apresentados no Capítulo 3. As economias crescem ao longo do tempo porque novos bens de capital são inventados e os agentes econômicos aprendem a usar os novos tipos de capital (o que é captado por h). Contudo, duas economias com os mesmos K, h e L podem ainda gerar montantes de produto diferentes porque os ambientes econômicos em que esses insumos são empregados diferem. Em uma delas, o capital é usado em grades, sistemas de segurança e navios piratas e as qualificações das pessoas podem ser aplicadas para enganar os investidores e arrancar propinas. Em outra economia, todos os insumos se destinam às atividades produtivas.

7.6 ESCOLHA DA INFRA-ESTRUTURA

Por que a infra-estrutura de algumas economias é tão melhor que a de outras? Nossas indagações a respeito dos determinantes do sucesso econômico no longo prazo começam a se parecer com as belas bonecas russas, as *matrioshkas*, nas quais cada boneca traz dentro de si outra boneca. Cada uma de nossas perguntas a respeito do sucesso econômico no longo prazo parece levantar uma nova questão.

Essa *matrioshka* em particular preocupou muito o historiador econômico e ganhador do Nobel de 1993, Douglass North. Um princípio que atendeu bem a North foi aquele segundo o qual os indivíduos no poder agirão de modo a maximizar sua própria utilidade. Longe de serem líderes que, como "planejadores sociais benevolentes", procuram maximizar o bem-estar da sociedade, os representantes do governo são agentes que buscam seus próprios interesses e maximizam sua utilidade como todos nós. A fim de entender por que certas leis, normas e instituições existem em uma economia, precisamos entender o que governantes e governados têm a ganhar e a perder e qual é a facilidade que os governados têm de substituir seus governantes. Aplicando essas idéias a um longo período da história econômica, North (1981) afirma que

> Das sociedades redistributivas das dinastias do antigo Egito, passando pelo sistema escravocrata da Grécia e de Roma, ao castelo feudal, houve uma persistente tensão entre a estrutura de propriedade que maximizava a renda dos poderosos (e de seus grupos) e um sistema eficiente que reduzisse os custos de transação e incentivasse o crescimento econômico. Essa dicotomia fundamental é a causa profunda da incapacidade das sociedades de alcançar um crescimento econômico sustentado [p. 25].

Este mesmo argumento pode nos ajudar a entender o que Joel Mokyr (1990, p. 209) denomina "o maior enigma da história da tecnologia": por que a China foi incapaz de sustentar sua liderança tecnológica depois do século XIV. Durante vários séculos, na Idade Média e tendo seu ponto culminante no século XIV, a China foi a sociedade tecnologicamente mais avançada do mundo. Papel, arreios, tipos móveis para impressão, bússola, relógio, pólvora, construção de embarcações, tecelagem e fundição de ferro foram inventados na China séculos antes de serem conhecidos no Ocidente. Contudo, por volta do século XVI muitas dessas invenções ou estavam completamente esquecidas ou simplesmente deixaram de ser aperfeiçoadas. Foram os países da Europa ocidental e não a China que conquistaram o Novo Mundo e iniciaram a Revolução Industrial. Por quê? Os historiadores discordam a respeito de uma explicação cabal, mas uma das razões principais deve ter sido a falta de instituições que apoiassem a capacidade empreendedora.

O que mudou em torno do século XIV e determinou a supressão da inovação e o abandono da liderança tecnológica na China? Uma resposta está na dinastia que governava a China: a dinastia Ming substituiu a dinastia Mongol no ano de 1368. Mokyr, resumindo uma explicação plausível aventada por diversos historiadores econômicos, escreve:

> A China era e continuava sendo um império sob estrito controle burocrático. Guerras ao estilo europeu entre unidades políticas internas eram raras na China após 960 d.C. A ausência de competição política não significa que o progresso tecnológico não pudesse ter lugar, mas implicava que um tomador de decisões poderia administrar-lhe um golpe mortal. Imperadores interessados e esclarecidos incentivavam o progresso tecnológico, mas os governantes reacionários do final do período Ming preferiam claramente um ambiente estável e controlável. Os inovadores e transmissores de idéias estrangeiras eram considerados criadores de caso e foram suprimidos. Na Europa também existiram esses governantes, mas como nenhum controlava todo o continente, eles não fizeram mais do que transferir o centro de gravidade econômico de uma região para outra [p. 231].

7.7 MILAGRES E DESASTRES DE CRESCIMENTO

As políticas governamentais e as instituições que constituem a infra-estrutura de uma economia determinam o investimento e a produtividade e, portanto, determinam também a riqueza das nações. Alterações fundamentais na infra-estrutura podem, então, gerar milagres e desastres de crescimento.

Dois exemplos clássicos são o Japão e a Argentina. De 1870 até a Segunda Guerra Mundial, a renda do Japão permaneceu em torno de 25% da renda dos EUA. Após as substanciais reformas empreendidas ao fim da guerra, a renda relativa do Japão aumentou acentuadamente, para bem além daqueles 25%. Atualmente, em decorrência desse milagre de crescimento, a renda japonesa é de aproximadamente dois terços da renda dos EUA. A Argentina é um exemplo famoso de movimento reverso – um desastre de crescimento. A Argentina era tão rica quanto a maioria dos países ocidentais no fim do século XIX, mas em 1988 a renda por trabalhador tinha caído para apenas 42% da renda dos Estados Unidos. Boa parte desse declínio pode ser atribuída a "reformas" políticas desastrosas, incluindo aquelas da era do presidente Juan Perón.

Por que ocorrem tais mudanças na infra-estrutura? A resposta talvez esteja na economia política e na história econômica. Para prever quando e se uma tal mudança ocorrerá, é necessário um profundo conhecimento das circunstâncias econômicas e históricas. Podemos fazer algum progresso formulando uma pergunta ligeiramente diferente. Em vez de considerar as perspectivas de qualquer economia separadamente, podemos analisar as perspectivas para o mundo como um todo. Prever a freqüência com que é provável que tal mudança ocorra em algum lugar do mundo é mais fácil: observamos um grande número de países durante várias décadas e podemos então simplesmente contar o número de milagres e desastres de crescimento registrados.

Uma maneira mais formal de conduzir esse exercício é apresentada no Quadro 7.1.[8] Primeiro, classificamos os países segundo categorias (ou "escaninhos") com base no nível de seu PIB de 1960 por trabalhador em relação à economia líder do mundo (os Estados Unidos nas décadas recentes). Por exemplo, os escaninhos correspondem a países com menos de 5% da renda da economia líder, ou de menos de 10% nas mais de 5%, e assim por diante. Então, usando os dados anuais de 1960 a 1988 para 121 países, calculamos a freqüência observada em que os países se deslocam de um escaninho para outro. Finalmente, usando essas probabilidades amostrais, calculamos uma estimativa da distribuição de renda de longo prazo.[9]

O Quadro 7.1 apresenta a distribuição dos países segundo os escaninhos em 1960 e em 1988, bem como uma estimativa da distribuição de longo prazo. Os resultados são intrigantes. As mudanças básicas registradas entre 1960 e 1988 foram documentadas no Capítulo 3. Verificou-se uma certa convergência em direção aos Estados Unidos no topo da distribuição e esse fenômeno é evidente no quadro. A distribuição de longo prazo, de acordo com os resultados apresentados no quadro, sugere que essa convergência deverá desempenhar papel dominante na evolução futura da distribuição de renda. Por exemplo, em 1960 apenas 3% dos países registravam mais de 80% da renda dos EUA e 20% mais de 40% da mesma. No longo prazo, de acordo com as estimativas, 19% dos países apresentarão renda relativa de mais de 80% da renda da economia líder, e 49%, mais de 40%. Alterações semelhantes verificam-se no extremo inferior da distribuição: em 1988, 17% dos países tinham menos de 5% da renda dos EUA; no longo prazo, apenas 8% deverão incluir-se nessa categoria.

QUADRO 7.1 DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DE RENDA NO MUITO LONGO PRAZO.

	Distribuição			
"Escaninho"	1960	1988	Longo prazo	Anos necessários para a "chegada"
$\widetilde{y} \leq 0{,}05$	15	17	8	307
$0{,}05 < \widetilde{y} \leq 0{,}10$	19	13	8	289
$0{,}10 < \widetilde{y} \leq 0{,}20$	26	17	11	194
$0{,}20 < \widetilde{y} \leq 0{,}40$	20	22	24	90
$0{,}40 < \widetilde{y} \leq 0{,}80$	17	22	30	199
$\widetilde{y} > 0{,}80$	3	9	19	226

Fonte: Jones (1997a).
Nota: As entradas sob a rubrica "Distribuição" refletem o percentual de países com rendas relativas situadas em cada "escaninho". "Anos necessário para a chegada" indica o número de anos após os quais a localização, segundo a melhor estimativa, é dada pela distribuição de longo prazo, desde que o país parta de um determinado escaninho.

Vale a pena fazer alguns comentários em relação a esses resultados. Primeiro, o que determina tais resultados? A resposta básica a essa indagação é aparente na Figura 3.6 do Capítulo 3. Verifica-se nela que há mais países fazendo um movimento ascendente ao longo da distribuição do que o inverso; há mais Itálias do que Venezuelas. Nos últimos trinta anos, vimos mais milagres de crescimento do que desastres.

Segundo, a distribuição mundial de renda vem evoluindo ao longo dos séculos. Por que a distribuição de longo prazo não se parece com a distribuição corrente? Esta é uma indagação muito ampla e importante. O fato de que os dados indiquem que a distribuição de longo prazo é diferente da distribuição corrente sugere que alguma coisa continua evoluindo no mundo: a freqüência dos milagres de crescimento dos últimos trinta anos deve ter sido maior do que no passado e devem ter ocorrido menos desastres de crescimento.

[8] Esta seção está embasada em Jones (1997a). Quah (1993) usou pela primeira vez essa "transição de Markov" para analisar a distribuição mundial da renda.

[9] Vale destacar a diferença entre esse cálculo e aquele apresentado no Capítulo 3. Ali, calculamos o estado estacionário para o qual cada uma das economias parecia dirigir-se e observamos a distribuição dos estados estacionários. Aqui, o exercício procura enfocar um prazo muito mais longo. Em especial, de acordo com os métodos utilizados para calcular a distribuição de longo prazo do Quadro 7.1, se esperarmos o suficiente, há uma probabilidade positiva de que cada país atinja qualquer escaninho. Isto será visto com mais atenção nos próximos exemplos.

Uma possível explicação para isso é que a sociedade está gradualmente descobrindo o tipo de instituições e políticas que são propícias a um desempenho econômico bem-sucedido e essas descobertas estão-se difundindo gradualmente em torno do mundo. Tome-se como exemplo a obra de Adam Smith, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, que só foi publicada em 1776. A contínua evolução da distribuição mundial da renda poderia refletir a lenta difusão do capitalismo nos últimos duzentos anos. Coerentemente com esse raciocínio, as experiências mundiais de comunismo só chegaram ao fim nos anos 1990. Talvez seja a difusão de instituições e infra-estruturas propícias à riqueza que responda pela contínua evolução da distribuição mundial de renda. Mais ainda, não há motivo para se pensar que as instituições existentes na atualidade sejam as melhores possíveis. As próprias instituições são simplesmente "idéias", e é muito provável que idéias melhores estejam à espera de serem descobertas. No longo trajeto da história, instituições melhores foram descobertas e gradualmente implementadas. A continuação desse processo às taxas observadas nos últimos trinta anos levaria a uma grande melhora da distribuição mundial da renda.

A última coluna do Quadro 7.1 oferece algumas pistas com relação ao tempo necessário para se alcançar a distribuição de renda de longo prazo. Pense em quando se embaralha um jogo de cartas novo, isto é, quando elas estão inicialmente organizadas por naipe e valor. Quantas vezes é necessário embaralhar as cartas até que o Ás de Espadas tenha a mesma probabilidade de aparecer em qualquer posição do baralho? A resposta é sete, desde que o embaralhamento seja perfeito. Agora imagine um país situado no escaninho de renda mais alta. Quantos anos teremos que esperar para que o país situado nesse escaninho em particular se coloque na probabilidade implícita na distribuição de longo prazo? A última coluna do Quadro 7.1 informa que esse número é 226 anos. Para um país que no início se encontra no escaninho mais pobre, são necessários 307 anos para que as condições iniciais deixem de ter importância. Os números são grandes, refletindo o fato de que os países em geral se movem lentamente ao longo da distribuição mundial de renda.

Outros exercícios relacionados são informativos. Por exemplo, pode-se calcular a freqüência de "desastres de crescimento". Embora a China fosse uma das economias mais avançadas do mundo por volta do século XIV, hoje seu PIB por trabalhador é equivalente a menos de 7% do PIB dos EUA. Qual é a probabilidade de uma mudança tão drástica? Considerando um país que está no escaninho mais rico, somente após 125 anos há uma probabilidade de 10% para que o país venha a cair para uma renda relativa de menos de 10%.

E quanto aos milagres de crescimento? A "experiência coreana" não é de todo improvável. Um país que se encontra no escaninho dos 10% terá uma probabilidade de 10% de passar para o escaninho de 40% ou mais após 37 anos. O mesmo é verdade para a "experiência japonesa": um país situado no escaninho dos 20% terá 10% de probabilidade de passar para o escaninho mais rico após 50 anos. Dado que há um grande número de países nessas categorias iniciais, pode-se esperar ver vários milagres de crescimento em qualquer ponto do tempo.

7.8 RESUMO

A *infra-estrutura* de uma economia – normas e regulamentações e as instituições que as implementam – é o determinante básico da medida em que as pessoas se dispõem a realizar os investimentos de longo prazo em capital, qualificações e tecnologia que estão associados ao sucesso econômico de longo prazo. As economias cujos governos oferecem um ambiente propício à produção são extremamente dinâmicas e bem-sucedidas. Aquelas em que o governo abusa de sua autoridade para se envolver em e permitir desvios são menos bem-sucedidas.

Nessa teoria do desempenho econômico de longo prazo está implícita uma teoria que trata da terceira questão fundamental do crescimento econômico, apresentada no início desse livro, a questão dos "milagres de crescimento". Como é que alguns países como Cingapura, Hong Kong e Japão conseguiram mover-se da relativa pobreza para a relativa riqueza em um intervalo tão curto como quarenta anos? E, de modo semelhante, como é que economias como as da Argentina ou da Venezuela conseguiram fazer o movimento inverso?

Essa teoria sugere que a resposta deve ser buscada em mudanças básicas na infra-estrutura da economia: mudanças nas políticas e instituições do governo que constituem o ambiente econômico dessas economias.

Por que algumas economias desenvolvem infra-estruturas que são extremamente propícias à produção e outras não? Por que a Magna Carta foi escrita na Inglaterra e por que seus princípios foram adotados em toda a Europa? Como é que a Inglaterra desenvolveu uma separação de poderes entre a Coroa e o Parlamento e um sistema judiciário sólido? Por que os Estados Unidos se beneficiaram da Constituição e do Bill of Rights? E, mais importante ainda, por que, dada a experiência histórica, algumas economias adotaram com sucesso essas instituições e a infra-estrutura associada a elas e outras não? Fundamentalmente, estas são as questões que devem ser encaradas para se entender o padrão mundial de sucesso econômico e suas mudanças ao longo do tempo.

EXERCÍCIOS

1. *Análise custo-benefício.* Imagine um projeto de investimento que renda um lucro anual de US$100, um ano após ter sido efetivado. Imagine que a taxa de juros para o cálculo do valor presente seja de 5%.
   (a) Se F = US$1.000, vale a pena realizar o investimento?
   (b) E se F = US$5.000?
   (c) A partir de que valor de F valerá a pena fazer o investimento?

2. *Diferenças na utilização dos fatores de produção podem explicar diferenças na PTF?* Imagine uma função de produção da forma $Y = IK^{\alpha}(hL)^{1-\alpha}$, onde I representa a produtividade total dos fatores e as outras notações são padrões. Imagine que I varie de um fator 10 entre países e que $\alpha = 1/3$.

   (a) Imagine que diferenças na infra-estrutura dos países provoquem apenas diferenças na fração de capital físico utilizada na produção (em comparação com seu uso, como, digamos, seu uso em grades para proteção contra desvios). Qual variação na utilização do capital seria necessária para explicar a variação na PTF?

   (b) Imagine que tanto capital físico quanto qualificações variam devido à utilização e, para simplificar, suponha que variam pelo mesmo fator. Que variação seria necessária nesse caso?

   (c) O que esses cálculos sugerem acerca da capacidade explicativa da utilização quanto às variações da PTF? O que mais poderia estar acontecendo?

3. *Infra-estrutura e taxa de investimento.* Imagine que o produto marginal do capital é equalizado entre os países porque o mundo é uma economia aberta e imagine que todos os países se encontrem em sua trajetória de crescimento equilibrado. Suponha que a função de produção seja $Y = IK^{\alpha}L^{1-\alpha}$, onde I representa as diferenças de infra-estrutura.

   (a) Mostre que as diferenças de I entre países não conduzem a diferenças nas taxas de investimento.

   (b) Como a infra-estrutura poderia ainda explicar, de modo geral, diferenças na taxa de investimento?

4. Comente o significado da citação que abre este capítulo.

8 TEORIAS ALTERNATIVAS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO

Neste livro nos limitamos, propositalmente, a apresentar alguns modelos estreitamente relacionados, num esforço para formular uma teoria geral do crescimento e do desenvolvimento. Um resultado desse método de exposição é que não conseguimos apresentar um grande número de modelos de crescimento que foram desenvolvidos na última década. Este capítulo se destina a fazer uma breve revisão de alguns desses outros modelos.

Os modelos até aqui descritos consideram que mudanças nas políticas do governo, como subsídios à pesquisa ou impostos sobre o investimento, têm efeitos de *nível* mas não efeitos de *crescimento* de longo prazo. Isto é, essas políticas aumentam a taxa de crescimento temporariamente, enquanto a economia transita para um nível mais elevado da trajetória de crescimento equilibrado. Mas, no longo prazo, a taxa de crescimento volta para seu nível inicial.

Originalmente, a expressão "crescimento endógeno" era usada para fazer referência a modelos nos quais mudanças em tais políticas poderiam influir de modo permanente na taxa de crescimento.[1] Diferenças entre países nas taxas de crescimento eram consideradas como reflexos de diferenças permanentes nas taxas de crescimento fundamentais. Todavia, é importante entender como funcionam esses modelos alternativos. O desenvolvimento desse entendimento é o principal objetivo deste capítulo. Depois de apresentar os mecanismos, veremos algumas das evidências a favor e contra esses modelos.

---

[1] De acordo com o *Merriam Webster's Collegiate Dictionary*, "endógeno" significa "provocado por fatores que estão dentro do organismo ou sistema". A mudança tecnológica é claramente endógena nesse sentido nos modelos que apresentamos nos capítulos anteriores. Contudo, sem crescimento (exógeno) populacional, o crescimento da renda *per capita* acaba parando. Por este motivo, modelos como aquele apresentado no Capítulo 5 são às vezes considerados modelos de crescimento "semi-endógenos".

8.1 MODELO SIMPLES DE CRESCIMENTO ENDÓGENO: O MODELO "AK"

Um dos modelos mais simples que levam em conta o crescimento endógeno (no sentido de que as políticas podem influir na taxa de crescimento de longo prazo) é facilmente deduzido a partir do modelo original de Solow visto no Capítulo 2. Considere a primeira apresentação desse modelo, no qual não havia progresso tecnológico exógeno (isto é, $g \equiv \dot{A}/A = 0$). Contudo, modifique-se a função de produção de forma a que $\alpha = 1$:

$$Y = AK, \tag{8.1}$$

onde A é uma constante positiva.[2] É a função de produção que dá o nome ao modelo AK.[3] Recorde que o capital é acumulado quando as pessoas poupam e investem parte do produto gerado na economia em vez de consumi-lo:

$$\dot{K} = sY - dK, \tag{8.2}$$

onde s representa a taxa de investimento e d, a taxa de depreciação, ambos constantes. Para simplificar, vamos supor que não há crescimento populacional, de modo que podemos interpretar as letras maiúsculas como sendo variáveis *per capita* (ou seja, supomos que a economia é povoada por uma única pessoa).

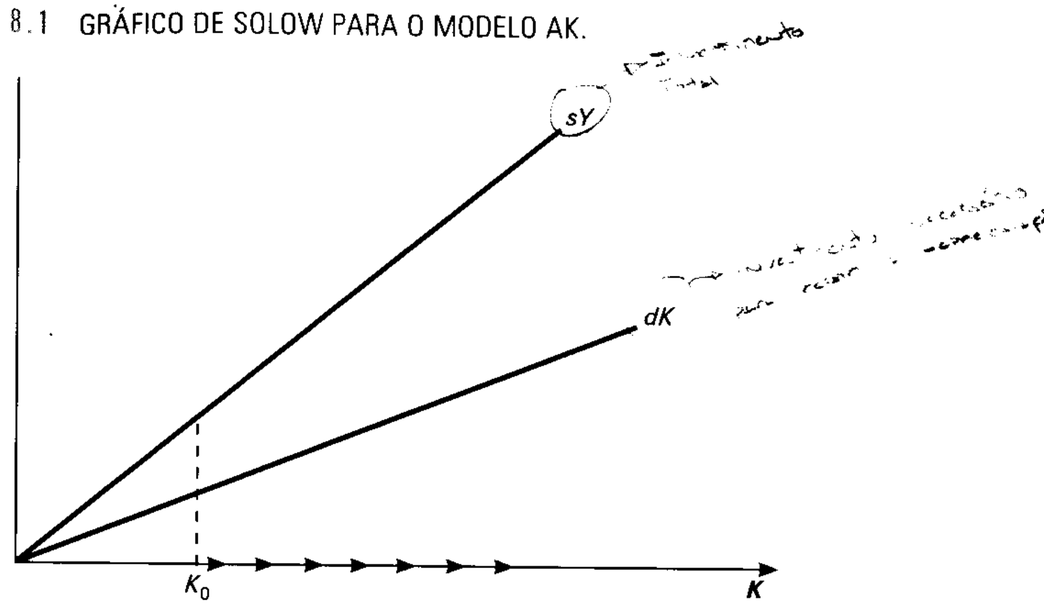
Considere agora o conhecido gráfico de Solow, para esse modelo, apresentado na Figura 8.1. A linha dK reflete o montante de investimento necessário para repor a depreciação do estoque de capital. A curva sY é o investimento total como função do estoque de capital. Observe que, como Y é linear em K, a curva na verdade é uma reta, uma propriedade fundamental do modelo AK. Supomos que o investimento total é maior que a depreciação total, como mostra o gráfico.

Imagine uma economia cujo início é assinalado pelo ponto K_0. Nessa economia, como o investimento total é maior que a depreciação, o estoque de capital aumenta. Como o tempo, o crescimento continua: em qualquer ponto à direita de K_0, o investimento total é maior que a depreciação. Portanto, o estoque de capital está sempre aumentando e, no modelo, o crescimento nunca pára.

[2] O leitor atento observará que, a rigor, com $\alpha = 1$, a função de produção do Capítulo 2 deveria ser estrita com $Y = K$. É tradicional no modelo que estamos apresentando supor que o produto é proporcional ao estoque de capital em vez de ser exatamente igual ao estoque de capital.

[3] Romer (1987) e Sergio Rebelo (1991) foram os primeiros expositores desse modelo.

FIGURA 8.1 GRÁFICO DE SOLOW PARA O MODELO AK.



A explicação desse crescimento perpétuo é vista quando se compara esta figura com o gráfico original de Solow no Capítulo 2. Como se recorda, ali a acumulação de capital se caracterizava pelos retornos decrescentes porque $\alpha < 1$. Cada nova unidade de capital que era acrescentada à economia era um pouco menos produtiva que a anterior. Isto significava que finalmente o investimento total cairia para o nível da depreciação, terminando com a acumulação de capital (por trabalhador). Contudo, aqui há *retornos constantes* à acumulação de capital. O produto marginal de cada unidade de capital é sempre A. Ele não cai quando se acrescenta uma unidade adicional de capital.

Este ponto pode ser, também, mostrado em termos matemáticos. Reescreva a equação da acumulação de capital (8.2) dividindo ambos os lados por K:

$$\frac{\dot{K}}{K} = s\frac{Y}{K} - d.$$

Obviamente, da função de produção na equação (8.1), $Y/K = A$, logo,

$$\frac{\dot{K}}{K} = sA - d.$$

Finalmente, tirando o logaritmo e derivando a função de produção, vê-se que a taxa de crescimento do produto é igual à taxa de crescimento do capital e, portanto,

$$g_y \equiv \frac{\dot{Y}}{Y} = sA - d.$$

Esta álgebra simples revela um resultado fundamental do modelo de crescimento AK: a taxa de crescimento da economia é uma função crescente da taxa de investimento. Portanto, as políticas do governo que aumentam permanentemente a taxa de investimento da economia, aumentarão a taxa de crescimento da economia de modo permanente.

Esse resultado pode ser interpretado no contexto do modelo de Solow com $\alpha < 1$. Recorde que, nesse caso, a linha sY é uma curva, e que o estado estacionário é atingido quando $sY = dK$ (uma vez que supomos $n = 0$). O parâmetro α mede a "curvatura" de sY: se α é pequeno, então a curvatura é rápida e sY intercepta dK em um valor "baixo" de K^*. Por outro lado, quanto maior for α, tanto mais afastado de seu valor no estado estacionário, K^*, estará K_0. Isto implica que a transição para o estado estacionário é mais longa. O caso de $\alpha = 1$ é o caso limite, em que a transição dinâmica não tem fim. Desse modo, o modelo AK gera crescimento de modo endógeno. Isto é, não precisamos supor que qualquer coisa no modelo cresça a uma taxa exógena a fim de gerar crescimento *per capita* – certamente não a tecnologia, nem mesmo a população.

8.2 INTUIÇÃO E OUTROS MODELOS DE CRESCIMENTO

O modelo AK gera crescimento endógeno porque envolve uma linearidade fundamental em uma equação diferencial. Isto pode ser visto combinando-se a função de produção e a equação de acumulação do modelo de Solow padrão (com a população normalizada para um):

$$\dot{K} = sAK^{\alpha} - dK.$$

Se $\alpha = 1$, então essa equação é linear em K e o modelo gera um crescimento que depende de s. Se $\alpha < 1$, então a equação é "menos que linear" em K, e há retornos decrescentes para a acumulação de capital. Se dividirmos ambos os lados por K, veremos que a taxa de crescimento do estoque de capital declina à medida que a economia acumula mais capital:

$$\frac{\dot{K}}{K} = sA\frac{1}{K^{1-\alpha}} - d.$$

Outro exemplo de como a linearidade é a chave para o crescimento pode ser visto ao considerarmos a taxa de crescimento exógeno da tecnologia no modelo de Solow. A hipótese padrão do modelo pode ser escrita como

$$\dot{A} = gA.$$

Esta equação diferencial é linear em A e mudanças permanentes em g aumentam a taxa de crescimento permanentemente no modelo de Solow com progresso tecnológico exógeno. Obviamente, mudanças nas políticas do governo não costumam afetar o parâmetro exógeno g, de modo que não acreditamos que esse modelo gere crescimento endógeno. Contudo, o que esses dois exemplos mostram é a estreita relação entre linearidade em uma equação diferencial e crescimento.[4]

Outros modelos de crescimento endógeno podem ser criados pela exploração dessa intuição. Por exemplo, outro modelo muito famoso nessa categoria é um modelo baseado em capital humano, criado por Robert E. Lucas Jr., ganhador do prêmio Nobel de Economia em 1995. O modelo de Lucas (1988) considera uma função de produção semelhante à que apresentamos no Capítulo 3:

$$Y = K^{\alpha}(hL)^{1-\alpha},$$

onde h é capital humano *per capita*. Lucas supõe que o capital humano evolui de acordo com

$$\dot{h} = (1 - u)h,$$

onde u é o tempo despendido com o trabalho e $1 - u$ é o tempo dedicado à acumulação de qualificações. Reescrevendo a equação, verifica-se que um aumento no tempo destinado à acumulação de capital humano aumentará a taxa de crescimento do capital humano:

$$\frac{\dot{h}}{h} = 1 - u.$$

Observe que h entra na função de produção dessa economia tal como a mudança tecnológica aumentadora de trabalho do modelo de Solow original do Capítulo 2. Assim, não precisamos continuar resolvendo o modelo. Funciona exatamente como o modelo de Solow em que chamamos A de capital humano e fazemos $g = 1 - u$. Portanto, no modelo de Lucas, uma política que conduz a um aumento permanente no tempo que as pessoas despendem obtendo qualificações gera um aumento permanente no crescimento do produto por trabalhador.

[4] Na verdade, essa intuição pode gerar equívocos em um modelo um pouco mais complexo. Por exemplo, em um modelo com duas equações diferenciais, uma delas pode ser "menos que linear", mas se a outra for "mais do que linear", então o modelo pode ainda gerar crescimento endógeno. Ver Mulligan e Sala-i-Martin (1993).

8.3 EXTERNALIDADES E MODELOS AK

Mostramos no Capítulo 4 que a presença de idéias ou tecnologia na função de produção significa que a produção se caracteriza por retornos crescentes à escala. Argumentamos, então, que os retornos crescentes à escala exigem a concorrência imperfeita: se o capital e o trabalho forem remunerados pelo seu produto marginal, como seria o caso em um mundo de concorrência perfeita, não restaria produto para remunerar a acumulação de conhecimento.

Há formas alternativas de lidar com os retornos crescentes que nos permitem manter a concorrência perfeita no modelo. Segundo o argumento que acabamos de apresentar, as pessoas não podem ser remuneradas pela acumulação de conhecimento. Contudo, se a acumulação de conhecimento for ela própria um subproduto acidental de outra atividade da economia, ela poderia ainda ocorrer. Isto é, a acumulação de conhecimento pode ocorrer por ser uma *externalidade*.

Considere a conhecida função de produção de uma empresa:

$$Y = BK^{\alpha}L^{1-\alpha}. \tag{8.3}$$

Nesta equação, há retornos constantes para o capital e o trabalho. Portanto, se B é acumulado endogenamente, a produção se caracteriza por retornos crescentes.

Imagine que as empresas individuais consideram o nível de B como dado. Contudo, suponha que, na verdade, a acumulação de capital gere novos conhecimentos sobre a produção da economia como um todo. Em particular, suponha que

$$B = AK^{1-\alpha}, \tag{8.4}$$

onde A é constante. Isto é, um subproduto acidental da acumulação de capital pelas empresas da economia é a melhora na tecnologia que as empresas aplicam à produção. Uma empresa individual não reconhece esse efeito quando acumula capital porque é pequena em relação à economia. É nesse sentido que o progresso tecnológico é *externo* à empresa. As empresas não acumulam capital porque ele melhora a tecnologia, elas acumulam capital porque ele é um insumo útil à produção. O capital é remunerado pelo seu produto marginal privado, $\alpha Y/K$. Contudo, acontece que a acumulação de capital proporciona um benefício inesperado ao resto da economia: resulta em novo conhecimento.[5]

[5]Essa externalidade é às vezes denominada "aprendizado pela prática" externo. As empresas aprendem melhores maneiras de produzir como um subproduto acidental do processo produtivo. Kenneth Arrow, ganhador do prêmio Nobel de Economia em 1972, foi o primeiro a formalizar esse processo em um modelo de crescimento (Arrow, 1962).

Combinando as equações (8.3) e (8.4), obtemos

$$Y = AKL^{1-\alpha}. \tag{8.5}$$

Supondo que a população dessa economia esteja normalizada para um, é esta exatamente a função de produção apresentada no início do capítulo.

Resumindo, há duas maneiras básicas de tratar dos retornos crescentes à escala que são exigidos se se deseja tornar endógena a acumulação do conhecimento: concorrência imperfeita ou externalidade. Pode-se abandonar a hipótese da concorrência perfeita e modelar a acumulação de conhecimento como resultado de esforços intencionais de pesquisadores que buscam novas idéias. Ou, pode-se manter a concorrência perfeita e supor que a acumulação de conhecimento é um subproduto acidental – uma externalidade – de alguma outra atividade econômica, tal como a acumulação de capital.

Como fica evidente pela ordem da apresentação e pelo espaço destinado à exposição de cada alternativa, a opinião do autor é que a acumulação de conhecimento é modelada de modo mais adequado como um resultado desejado pelo esforço empresarial do que como subproduto acidental de outra atividade. É desnecessário observar por muito tempo os grandes esforços de pesquisa desenvolvidos no Vale do Silício ou nas empresas de biotecnologia da estrada 128, em Boston, para ver a importância da busca intencional de conhecimento. Algumas outras evidências quanto a essas duas abordagens serão apresentadas na próxima seção.

Contudo, vale a pena notar que a abordagem das externalidades para tratar dos retornos crescentes é às vezes adequada, mesmo em um modelo no qual o conhecimento resulta de P&D intencional. Recorde que no Capítulo 5 lançamos mão da concorrência imperfeita para tratar dos retornos crescentes associados à geração do produto final. Todavia, também aplicamos a abordagem das externalidades em outra função de produção, aquela que se referia ao conhecimento novo. Pense em uma ligeira variação da função de produção de conhecimento do Capítulo 5. Em particular, vamos reescrever a equação (5.4) supondo que $\lambda = 1$:

$$\dot{A} = \delta L_A A^{\phi}. \tag{8.6}$$

É provável que as externalidades sejam muito importantes no processo de pesquisa. O conhecimento criado pelos pesquisadores do passado pode tornar a pesquisa de hoje muito mais efetiva; lembre-se da famosa citação de Isaac Newton a respeito de estar sobre os ombros de gigantes. Isto sugere que ϕ pode ser maior que 0.

Observe que, com $\phi > 0$, a função de produção de novo conhecimento da equação (8.6) apresenta rendimentos crescentes à escala. O retorno da mão-de-obra é um, e o retorno de A é ϕ, para retornos à escala totais de $1 + \phi$.

No Capítulo 5, tratamos A^{ϕ} como uma externalidade. Os pesquisadores individuais consideram A^{ϕ} como dado ao decidir quanta pesquisa desenvolver, e eles não são remunerados pelo "transbordamento de conhecimento" para os futuros pesquisadores em decorrência de suas pesquisas. Isto é simplesmente uma aplicação do uso da abordagem das externalidades para tratar dos retornos crescentes.

8.4 AVALIAÇÃO DOS MODELOS DE CRESCIMENTO ENDÓGENO

O que esta breve apresentação de alguns modelos alternativos de crescimento endógeno mostra é que é relativamente fácil construir modelos nos quais mudanças permanentes nas políticas dos governos geram mudanças permanentes nas taxas de crescimento da economia. Obviamente, também é fácil construir modelos em que isso não é verdadeiro, como fizemos ao longo do livro. Qual é a melhor maneira de pensar a respeito do desenvolvimento econômico? As mudanças nas políticas do governo têm impacto permanente sobre a taxa de crescimento econômico?

Em certa medida, a resposta a essa indagação deve ser certamente "Sim". Por exemplo, sabemos que as taxas de crescimento econômico aumentaram nos últimos duzentos anos em relação ao que foram na maior parte da história. No Capítulo 4, apresentamos o argumento de vários historiadores econômicos, como Douglass North: esse aumento foi devido em larga medida ao estabelecimento dos direitos de propriedade que permitiram às pessoas auferir retornos sobre seus investimentos de longo prazo.

Contudo, esse aspecto geral do crescimento econômico é previsto pelos modelos em que, como aquele do Capítulo 5, as políticas do governo não afetam a taxa de crescimento de longo prazo. Por exemplo, se impedirmos os inventores de auferir retornos pelas suas invenções (o caso de um imposto de 100%), ninguém investirá e a economia não registrará crescimento.

A questão então é mais restrita. Por exemplo, se o governo concedesse um subsídio adicional de 10% à pesquisa, à educação ou ao investimento, isso teria um efeito permanente sobre a taxa de crescimento da economia ou teria "apenas" um efeito de nível no longo prazo? Outra maneira de fazer a mesma pergunta é a seguinte: se o governo concedesse um subsídio adicional à pesquisa ou ao investimento, as taxas de crescimento aumentariam por certo período, de acordo com muitos modelos. Contudo, por quanto tempo as taxas permaneceriam altas? A resposta poderia ser 5 ou 10 anos, 50 ou 100 anos, ou até uma duração infinita. Essa maneira de fazer a pergunta mostra que a distinção entre efeitos permanentes ou transitórios da política sobre o crescimento é um pouco enganadora. Estamos interessados em saber por quanto tempo perdurarão os efeitos.

Pode-se usar esse raciocínio como um argumento em favor dos modelos nos quais os efeitos são transitórios. Um efeito transitório muito longo pode estar arbitrariamente próximo de um efeito permanente. Contudo, o inverso não é verdadeiro: um efeito permanente não pode aproximar-se de um efeito que dure apenas cinco ou dez anos.

A literatura recente sobre o crescimento econômico oferece outras razões para a preferência pelos modelos nos quais mudanças nas políticas governamentais convencionais são modeladas como tendo efeitos de nível em vez de efeitos de crescimento. A primeira dessas razões é que não há virtualmente evidência alguma que sustente a hipótese de que as equações diferenciais relevantes são "lineares". Por exemplo, pense no modelo AK simples apresentado no início do capítulo. O modelo exige que aceitemos que o expoente do capital, α, é igual a um. Entretanto, as estimativas convencionais da participação do capital a partir da decomposição da taxa de crescimento sugerem que a participação do capital é de cerca de 1/3. Se se tenta ampliar o conceito de capital para incluir capital humano e externalidades, pode-se aumentar esse expoente para 2/3 ou talvez 4/5. Contudo, há muito poucas evidências para se admitir que o coeficiente seja um.[6]

Outro exemplo pode ser encontrado nos modelos de crescimento econômico embasados na pesquisa, como aqueles apresentados no Capítulo 5. Lembre-se de que, se a equação diferencial que rege a tecnologia for linear, então o modelo prevê que um aumento no tamanho da economia (medido, por exemplo, pelo contingente de mão-de-obra ou pelo número de pesquisadores) deveria elevar as taxas de crescimento *per capita*. Por exemplo, com $\lambda = 1$ e $\phi = 1$, a função de produção de idéias pode ser representada como

$$\frac{\dot{A}}{A} = \delta L_A.$$

Mais uma vez, há muitas evidências empíricas que contradizem essa previsão. Lembre-se de que, no Capítulo 4, foi visto que o número de cientistas e engenheiros envolvidos com pesquisa, uma medida aproximada de L_A, cresceu enormemente nos últimos quarenta anos. Já as taxas de crescimento ficaram em torno de 1,8% em todo o período.[7] A evidência favorece um modelo que seja "menos que linear" no sentido de que $\phi < 1$.

Outro exemplo é encontrado ao observarmos mais atentamente a experiência dos Estados Unidos no último século. Registraram-se grandes movimentos em muitas das variáveis consideradas importantes pela literatura relativa ao crescimento endógeno. Por exemplo, as taxas de investimento em educação (medido, digamos, como rendimento educacional médio de cada geração) aumentaram imensamente no último século. Em 1940, por exemplo, menos de um em cada quatro adultos tinha concluído o segundo grau; por volta de 1995, mais de 80% dos adultos possuíam o curso secundário comple-

[6] Ver, por exemplo, Barro e Sala-i-Martin (1992), e Mankiw, Romer e Weil (1992).
[7] Jones (1995a) desenvolve esse argumento com mais detalhes.

to. As taxas de investimento em equipamentos, como computadores, cresceram de maneira significativa. A partir de 1950, a fração da força de trabalho composta de cientistas e engenheiros dedicados a P&D formal aumentou quase três vezes. Apesar dessas mudanças, as taxas de crescimento médio dos Estados Unidos não são maiores hoje do que eram de 1870 a 1929 (lembre-se do Fato 5, no Capítulo 1).[8]

Finalmente, uma evidência extraída da observação de diferenças entre países em vez de diferenças ao longo do tempo em um único país. Vários modelos nos quais as políticas têm efeitos de crescimento prevêem que as taxas de crescimento de longo prazo devem diferir permanentemente entre os países. O modelos AK simples e o modelo de Lucas já apresentado, por exemplo, admitem essa previsão: diferenças nas taxas de investimento e diferenças na taxa à qual as pessoas acumulam qualificações conduzem a diferenças permanentes nas taxas de crescimento. Contudo, embora as taxas de crescimento variem substancialmente entre os países, essas diferenças nem sempre estão associadas a diferenças em políticas. Entre 1960 e 1988, por exemplo, Estados Unidos, Honduras e Malawi cresceram aproximadamente à mesma taxa. As grandes diferenças nas políticas econômicas entre esses países refletem nos níveis de renda e não nas taxas de crescimento.

8.5 O QUE É CRESCIMENTO ENDÓGENO?

É bastante fácil construir modelos de crescimento nos quais mudanças permanentes nas políticas públicas convencionais têm efeitos permanentes na taxa de crescimento de longo prazo. Contudo, este livro considera que esses modelos não são o melhor meio de se entender o crescimento de longo prazo. Por outro lado, o desenvolvimento de tais modelos e o trabalho empírico desenvolvido pelos economistas para testá-los e entendê-los tem sido extremamente útil em formar nossa compreensão do processo de crescimento.

O crescimento de longo prazo pode não ser endógeno no sentido de que pode ser facilmente manipulado segundo os desejos do formulador da política econômica. Contudo, isso não quer dizer que modelos de crescimento exógeno como o modelo de Solow sejam a última palavra. Na verdade, entendemos o crescimento econômico como o resultado endógeno de uma economia na qual indivíduos em busca do lucro podem auferir retornos sobre o fruto de seus esforços em busca de idéias novas e melhores. O processo de crescimento econômico, nesse sentido, é claramente endógeno.

[8] Essa evidência é destacada por Jones (1995b).

EXERCÍCIOS

1. Considere o modelo AK no qual não normalizamos o tamanho da força de trabalho para um.
   (a) Por meio da função de produção (8.5) e da equação padrão para a acumulação de capital, mostre que a taxa de crescimento do produto depende de L.
   (b) O que acontece se L cresce a uma taxa constante, n?
   (c) Especifique de forma diferente a externalidade da equação (8.4) a fim de evitar essa implicação.
   (d) A mão-de-obra afeta a produção?
2. No modelo de Lucas, um aumento permanente em sK terá um efeito de crescimento ou um efeito de nível. Por quê?
3. Pense na estrutura de mercado que está por trás do modelo de Lucas. O que necessitamos, concorrência perfeita ou imperfeita? Precisamos de externalidades? Comente.
4. A evidência histórica sugere que as taxas de crescimento têm crescido no prazo muito longo. Por exemplo, antes da Revolução Industrial o crescimento era lento e intermitente. O crescimento sustentado tornou-se possível após a Revolução Industrial, com taxas médias de crescimento *per capita* de aproximadamente 1% ao ano. Finalmente, no século XX se registrou um crescimento mais rápido. Comente essa evidência e como ela pode ser interpretada nos modelos de crescimento endógenos (nos quais as políticas padrões podem afetar o crescimento de longo prazo) e nos modelos de crescimento semi-endógenos (nos quais as políticas padrões têm, no longo prazo, efeitos de nível).
5. Qual a justificativa econômica para se pensar que a função de produção de novas idéias toma a forma dada pela equação (8.6)? Em particular, por que essa função de produção poderia apresentar retornos crescentes à escala?

9 ENTENDENDO O CRESCIMENTO ECONÔMICO

Este livro busca desvendar um dos grandes mistérios da economia: como entender a imensa diversidade de rendas e taxas de crescimento no mundo? O trabalhador típico da Etiópia trabalha um mês e meio para ganhar o que um trabalhador dos EUA ou da Europa ocidental ganha em um dia. O trabalhador típico do Japão tem uma renda que é aproximadamente dez vezes maior que a de seus avós, enquanto o trabalhador típico da Austrália, do Chile ou dos Estados Unidos ganha apenas o dobro do que ganhavam seus avós. Com empresas multinacionais que são capazes de deslocar a produção mundo a fora para minimizar custos e capital financeiro alocado por meio de mercados globais, como explicamos esses fatos?

As questões que levantamos no fim do Capítulo 1 organizam a explanação:

- Por que somos tão ricos e eles tão pobres?
- Qual o motor do crescimento econômico?
- Como entender milagres de crescimento tais como a rápida transformação econômica de países como Japão e Hong Kong?

Os principais pontos deste livro serão resumidos com um retorno a essas questões.

9.1 POR QUE SOMOS TÃO RICOS E ELES TÃO POBRES?

Nossa primeira resposta é dada pelo modelo de Solow. O produto por trabalhador no estado estacionário é determinado pela taxa de investimento em insumos privados como capital físico e qualificações, pela taxa de crescimento da força de trabalho e pela produtividade desses insumos. Dados sobre capital, instrução e produtividade confirmam decididamente a hipótese de Solow. Países ricos são aqueles que investem uma grande fração do seu PIB e do seu tempo na acumulação de capital e em qualificações. Contudo, países como os Estados Unidos são ricos não apenas porque têm grande quantidade de capital e de instrução por trabalhador, mas também porque esses insumos são usados de maneira muito produtiva. Aos países pobres não apenas faltam o capital e a instrução, mas a produtividade com que eles empregam os insumos que possuem também é baixa.

A resposta dada pelo marco de referência de Solow levanta indagações adicionais. Por que alguns países investem muito mais do que outros? Por que o capital e as qualificações são usados de modo muito menos produtivo em alguns lugares? No Capítulo 7, mostramos o importante papel desempenhado pelas leis, pelas políticas do governo e pelas instituições. Essa infra-estrutura forma um ambiente econômico em que as pessoas produzem e transacionam. Se a infra-estrutura de uma economia favorece a produção e o investimento, a economia prospera. Mas, se a infra-estrutura favorece o desvio em vez da produção, as conseqüências podem ser prejudiciais. Quando não têm certeza de auferir um retorno sobre seus investimentos, os empresários não investem. Isto é verdade para investimentos em capital, em qualificações ou em tecnologia. A corrupção, o suborno, o roubo e a expropriação podem reduzir drasticamente os incentivos ao investimento na economia, com efeitos devastadores sobre a renda. A tributação, a regulamentação, os litígios e *lobbies* são exemplos menos drásticos de desvios que afetam os investimentos de todos os tipos, até nas economias avançadas. Obviamente, os países avançados são avançados justamente porque encontraram meios de limitar a extensão do desvio em suas economias.

9.2 QUAL É O MOTOR DO CRESCIMENTO ECONÔMICO?

O motor do crescimento econômico é a invenção. Em termos matemáticos, isso é sugerido pelo modelo de Solow: o crescimento cessa no modelo a menos que a tecnologia produtiva aumente exponencialmente. O modelo de Romer, apresentado nos Capítulos 4 e 5, examina esse motor em pormenores. Empreendedores, em busca de fama e fortuna que recompensem a invenção, criam as novas idéias que movem o progresso tecnológico.

Uma análise cuidadosa desse motor revela que as idéias são diferentes da maioria dos outros bens econômicos. As idéias são não-rivais: meu uso de uma idéia (como o cálculo, ou o projeto de um computador, ou até o próprio modelo de Romer) não impede você de usar simultaneamente essa idéia. Essa característica implica que a produção envolve necessariamente retornos crescentes. O primeiro exemplar do Windows NT exigiu

centenas de milhões de dólares para ser produzido. Mas, uma vez que a idéia do Windows NT estava criada, sua replicação praticamente não envolve custo algum.

A presença de retornos crescentes à escala implica que não podemos modelar as idéias econômicas usando a concorrência perfeita. É necessário introduzir no modelo a concorrência imperfeita. As empresas devem poder cobrar preços superiores ao custo marginal para cobrir as despesas, desembolsadas uma única vez, da criação da idéia. Se não esperasse poder cobrar mais do que o exíguo custo marginal do Windows NT, Bill Gates não teria investido centenas de milhões de dólares para criar o primeiro exemplar. É essa cunha entre o preço e o custo marginal que proporciona o "combustível" econômico ao motor do crescimento.

9.3 COMO ENTENDER OS MILAGRES DO CRESCIMENTO?

Como entender a rápida transformação de economias como Hong Kong e Japão a partir da Segunda Guerra Mundial? Ali as rendas reais cresceram cerca de 5% ao ano em comparação com algo em torno de 1,4% ao ano nos Estados Unidos. A transformação associada a esse rápido crescimento só pode ser chamada de milagrosa.

Entendemos que os milagres de crescimento refletem o movimento de uma economia ao longo da distribuição mundial de renda. Algo aconteceu com as economias de Hong Kong e do Japão que deslocou suas rendas relativas do estado estacionário de valores que eram muito baixos face ao vigentes nos Estados Unidos para valores que são relativamente altos. Para fazer a transição de um estado estacionário baixo para um estado estacionário alto, essas economias tiveram de crescer mais aceleradamente do que os EUA. De acordo com o princípio da dinâmica da transição, quanto mais abaixo do seu estado estacionário se encontra um país, tanto mais rápido esse país irá crescer. Finalmente, esperamos que a transição para o novo estado estacionário se complete, e o crescimento econômico de Hong Kong e do Japão retornará à taxa de crescimento dada pela taxa de expansão da fronteira tecnológica mundial. O fato de que todos os milagres de crescimento tenham um fim não os torna menos miraculosos. Em algumas poucas décadas, a economia japonesa se transformou de uma economia relativamente pobre e esgotada pela guerra em uma das economias líderes do mundo.

Como se deu essa transformação? A resposta é dada implicitamente pela nossa explicação a respeito da riqueza das nações. Se diferenças em infra-estrutura são um dos principais determinantes das diferenças de renda entre países, então mudanças na infra-estrutura dentro de uma economia podem levar a mudanças na renda. Reformas fundamentais que afastam a economia dos desvios e a conduzem rumo às atividades produtivas podem estimular o investimento, a acumulação de qualificações, a transferência de tecnologia e o uso eficiente de tais investimentos. Ao deslocar o estado estacionário de longo prazo da economia, as reformas envolvem os princípios da dinâmica da transição e geram milagres de crescimento.

9.4 CONCLUSÃO

Ao longo do vasto curso da história, o processo de crescimento foi esporádico e descontinuado. Como instituições tais como direitos de propriedade não estavam suficientemente desenvolvidas, as descobertas e invenções eram pouco freqüentes. Os investimentos em capital e qualificações necessários para gerar e aplicar essas invenções estavam ausentes. Problemas semelhantes empobrecem muitas nações do mundo ainda hoje.

Nos séculos recentes e em certos países, as instituições e a infra-estrutura que embasam o crescimento econômico emergiram. O resultado é que o progresso tecnológico, o motor do crescimento, ganhou vida. As conseqüências disso para o bem-estar são evidentes na riqueza das nações mais avançadas. A promessa implícita em nossa compreensão do crescimento econômico é que essa mesma vitalidade está apenas adormecida nas regiões mais pobres do mundo.

vro-texto intermediário de microeconomia você encontrará as técnicas da otimização condicionada. Essas técnicas não serão usadas neste livro.

EXERCÍCIOS

1. Faça $x(t) = e^{0,05t}$ e $z(t) = e^{0,01t}$. Calcule a taxa de crescimento de $y(t)$ em cada um dos casos seguintes:
   (a) $y = x$
   (b) $y = z$
   (c) $y = xz$
   (d) $y = x/z$
   (e) $y = x^{\beta}z^{1-\beta}$, onde $\beta = 1/2$
   (f) $y = (x/z)^{\beta}$, onde $\beta = 1/3$
2. Expresse a taxa de crescimento de y em termos das taxas de crescimento de k, l e m para os casos a seguir. Considere β uma constante arbitrária.
   (a) $y = k^{\beta}$
   (b) $y = k/m$
   (c) $y = (klm)^{\beta}$
   (d) $y = (kl)^{\beta}(1/m)^{1-\beta}$
3. Imagine que $\dot{x}/x = 0,10$ e $\dot{z}/z = 0,02$ e suponha que $x(0) = 2$ e $z(0) = 1$. Calcule os valores numéricos de $y(t)$ para $t = 0$, $t = 1$, $t = 2$ e $t = 10$ nos seguintes casos:
   (a) $y = xz$
   (b) $y = z/x$
   (c) $y = x^{\beta}z^{1-\beta}$, onde $\beta = 1/3$.
4. A partir dos dados do Apêndice B, relativos ao PIB por trabalhador em 1960 e 1990, calcule as taxas de crescimento médio do PIB por trabalhador para os seguintes países: Estados Unidos, Canadá, Argentina, Chade, Brasil, Tailândia. Verifique se os resultados estão de acordo com aqueles registrados no Apêndice B.
5. Supondo que o crescimento populacional e o crescimento da força de trabalho são iguais (e por que não seriam?), use os resultados do exercício anterior e as taxas de crescimento populacional do Apêndice B para calcular a taxa de crescimento médio anual do PIB para o mesmo grupo de países.

APÊNDICE B DADOS SOBRE CRESCIMENTO ECONÔMICO

Com a explosão da World Wide Web muitos dos dados que os economistas utilizam para o estudo do crescimento econômico estão agora disponíveis *on-line*. Quando estávamos escrevendo este livro (verão de 1997), alguns dos *sites* mais úteis foram

- Bill Goffe's Resources for Economists on the Internet
  http://econwpa.wustl. edu/EconFAQ/EconFAQ.html
- Summers-Heston Penn World Tables
  http://cansim.epas.utoronto.ca:5680/pwt/index.html
- World Bank Economic Growth Project
  http://www. worldbank.org/html/prdmg/grthweb/growth-t.htm
- World Bank Social Indicators of Development
  http://www.ciesin.org/IC/wbank/sid-home.html
- CIA World Factbook 1996
  http://www.odci.gov/cia/publications/pubs.html
- Nuffield College, Oxford, Growth Page
  http://www.nuff.ox.ac.uk/Economics/Growth/

Como ocorre com a maioria das coisas relativas à Internet, esta lista já estará defasada quando for publicada. Contudo, o primeiro *site* listado é um rol, com boa manutenção, de links para temas de interesse dos economistas. Todos os demais itens listados deverão estar mencionados nele.

Agora veremos dois quadros que registram várias estatísticas-chave para 104 países. O Quadro B.1 apresenta definições e o Quadro B.2 registra os dados. Todos os dados, exceto aqueles relativos à escolaridade, foram extraídos de Penn World Tables, Mark 5.6. Uma versão anterior desses dados foi discutida por Summers e Heston (1991). Os dados relativos a escolaridade são de Barro e Lee (1993).

QUADRO B.1 DEFINIÇÕES.

$\hat{y}$	PIB por trabalhador em relação ao vigente nos EUA
g (60, 90)	Taxa de crescimento médio anual do PIB por trabalhador, 1960-90
s_K	Participação média do investimento no PIB, 1980-90
u	Escolaridade média em anos, 1985
n	Taxa média de crescimento populacional, 1980-90
–	Dado não-disponível

Nota: O PIB por trabalhador dos EUA era de US$36.810 em 1990 e de US$24.465 em 1960.

QUADRO B.2 DADOS

País	Código	$\hat{y}_{90}$	$\hat{y}_{60}$	$g(60,90)$	s_k	u	n
Luxemburgo	LUX	1,03	0,77	0,023	0,267	–	0,005
Estados Unidos	USA	1,00	1,00	0,014	0,210	11,8	0,009
Canadá	CAN	0,93	0,79	0,019	0,253	10,4	0,010
Suíça	CHE	0,89	0,82	0,016	0,306	9,1	0,006
Bélgica	BEL	0,86	0,58	0,027	0,207	9,2	0,001
Países Baixos	NLD	0,85	0,70	0,020	0,210	8,6	0,006
Itália	ITA	0,84	0,45	0,034	0,244	6,3	0,002
França	FRA	0,82	0,55	0,027	0,252	6,5	0,005
Austrália	AUS	0,82	0,78	0,015	0,269	10,2	0,015
Alemanha Ocidental	DEU	0,80	0,57	0,025	0,245	8,5	0,003
Noruega	NOR	0,80	0,58	0,024	0,276	10,4	0,004
Suécia	SWE	0,77	0,71	0,016	0,212	9,4	0,003
Finlândia	FIN	0,74	0,47	0,029	0,320	9,5	0,004
Reino Unido	GBR	0,73	0,60	0,020	0,171	8,7	0,002
Áustria	AUT	0,73	0,44	0,030	0,247	6,6	0,002
Espanha	ESP	0,72	0,34	0,039	0,239	5,6	0,004
Nova Zelândia	NZL	0,69	0,87	0,006	0,241	12,0	0,008
Islândia	ISL	0,68	0,52	0,023	0,249	7,9	0,011
Dinamarca	DNK	0,68	0,60	0,018	0,215	10,3	0,000
Cingapura	SGP	0,66	0,20	0,053	0,361	4,5	0,017
Irlanda	IRL	0,65	0,34	0,035	0,238	8,0	0,003
Israel	ISR	0,65	0,39	0,030	0,196	9,4	0,018
Hong Kong	HKG	0,62	0,17	0,057	0,195	7,5	0,012
Japão	JPN	0,61	0,20	0,050	0,338	8,5	0,006
Trinidad e Tobago	TTO	0,54	0,69	0,005	0,137	6,5	0,013
Taiwan	OAN	0,50	0,14	0,057	0,237	7,0	0,013
Chipre	CYP	0,49	0,21	0,042	0,253	7,1	0,011
Grécia	GRC	0,48	0,21	0,041	0,199	6,7	0,005
Venezuela	VEN	0,47	0,83	–0,005	0,154	5,4	0,026
México	MEX	0,46	0,39	0,019	0,160	4,4	0,020
Portugal	PRT	0,45	0,20	0,041	0,207	3,8	0,001
Coréia do Sul	KOR	0,43	0,11	0,060	0,299	7,8	0,012
Síria	SYR	0,43	0,23	0,034	0,149	4,0	0,033
Argentina	ARG	0,36	0,47	0,005	0,146	6,7	0,014
Jordânia	JOR	0,34	0,18	0,035	0,164	4,3	0,041
Maláisia	MYS	0,34	0,17	0,037	0,282	5,4	0,026
Argélia	DZA	0,33	0,26	0,021	0,236	2,4	0,029
Chile	CHL	0,32	0,36	0,010	0,210	6,5	0,017
Uruguai	URY	0,32	0,40	0,006	0,136	6,5	0,006
Fidji	FJI	0,32	0,31	0,015	0,152	6,8	0,014
Irã	IRN	0,31	0,42	0,004	0,191	3,3	0,035
Brasil	BRA	0,30	0,23	0,023	0,169	3,5	0,021
Maurício	MUS	0,28	0,24	0,018	0,096	4,6	0,011

QUADRO 2 CONTINUAÇÃO

País	Código	$\hat{y}_{90}$	$\hat{y}_{60}$	$g(60,90)$	s_k	u	n
Colômbia	COL	0,27	0,22	0,020	0,155	4,5	0,020
Iugoslávia	YUG	0,27	0,18	0,028	0,301	7,2	0,007
Costa Rica	CRI	0,27	0,28	0,013	0,169	5,3	0,027
África do Sul	ZAF	0,26	0,26	0,014	0,170	5,0	0,025
Namíbia	NAM	0,26	0,20	0,023	0,115	–	0,030
Seycheles	SYC	0,25	0,10	0,043	0,180	–	0,008
Equador	ECU	0,25	0,18	0,024	0,195	5,6	0,026
Tunísia	TUN	0,24	0,16	0,027	0,123	2,5	0,023
Turquia	TUR	0,23	0,13	0,033	0,221	3,3	0,023
Gabão	GAB	0,22	0,14	0,028	0,228	–	0,035
Panamá	PAN	0,22	0,19	0,018	0,157	6,3	0,021
Tchecoslováquia	CSK	0,21	0,14	0,028	0,273	–	0,003
Guatemala	GTM	0,20	0,22	0,011	0,080	2,6	0,028
República Dominicana	DOM	0,19	0,17	0,017	0,176	4,2	0,022
Egito	EGY	0,19	0,11	0,030	0,055	–	0,025
Peru	PER	0,19	0,26	0,003	0,184	5,8	0,022
Marrocos	MAR	0,18	0,12	0,029	0,097	–	0,026
Tailândia	THA	0,18	0,08	0,043	0,185	5,1	0,019
Paraguai	PRY	0,17	0,15	0,019	0,179	4,7	0,031
Sri Lanka	LKA	0,16	0,14	0,017	0,129	5,4	0,014
El Salvador	SLV	0,15	0,18	0,007	0,071	3,6	0,013
Bolívia	BOL	0,14	0,13	0,016	0,072	4,3	0,025
Jamaica	JAM	0,14	0,18	0,006	0,149	4,2	0,010
Indonésia	IDN	0,14	0,07	0,037	0,255	3,8	0,018
Bangladesh	BGD	0,13	0,11	0,019	0,033	2,0	0,022
Filipinas	PHL	0,13	0,12	0,016	0,163	6,5	0,024
Paquistão	PAK	0,13	0,08	0,027	0,098	1,9	0,031
Congo	COG	0,12	0,10	0,020	0,081	3,1	0,033
Honduras	HND	0,12	0,13	0,011	0,121	3,6	0,033
Nicarágua	NIC	0,11	0,21	–0,007	0,126	3,8	0,027

QUADRO 2 CONTINUAÇÃO

País	Código	$\hat{y}_{90}$	$\hat{y}_{60}$	$g(60,90)$	s_k	u	n
Índia	IND	0,09	0,07	0,020	0,144	3,0	0,021
Costa do Marfim	CIV	0,08	0,08	0,014	0,084	–	0,037
Papua-Nova Guiné	PNG	0,08	0,09	0,010	0,150	1,6	0,023
Guiana	GUY	0,08	0,23	–0,021	0,199	5,1	0,005
Cabo Verde	CPV	0,07	0,06	0,023	0,264	–	0,025
Camarões	CMR	0,07	0,05	0,021	0,118	2,2	0,028
Zimbabwe	ZWE	0,07	0,09	0,002	0,131	2,6	0,034
Senegal	SEN	0,07	0,09	0,003	0,038	2,4	0,029
China	CHN	0,06	0,04	0,024	0,222	–	0,014
Nigéria	NGA	0,06	0,05	0,016	0,102	–	0,030
Lesoto	LSO	0,06	0,02	0,043	0,176	3,5	0,028
Zâmbia	ZMB	0,06	0,11	–0,008	0,098	4,3	0,035
Benim	BEN	0,05	0,08	–0,001	0,089	0,7	0,031
Gana	GHA	0,05	0,08	–0,003	0,044	3,2	0,033
Quênia	KEN	0,05	0,06	0,009	0,126	3,1	0,037
Gâmbia	GMB	0,05	0,05	0,013	0,083	0,8	0,032
Mauritânia	MRT	0,04	0,09	–0,009	0,173	–	0,024
Guiné	GIN	0,04	0,04	0,018	0,050	–	0,025
Togo	TGO	0,04	0,03	0,023	0,146	2,1	0,033
Madagascar	MDG	0,04	0,10	–0,013	0,015	–	0,029
Moçambique	MOZ	0,04	0,08	–0,006	0,017	1,1	0,026
Ruanda	RWA	0,04	0,04	0,016	0,058	0,8	0,029
Guiné-Bissau	GNB	0,04	0,04	0,016	0,146	0,6	0,019
Comores	COM	0,03	0,04	0,005	0,164	–	0,036
República Centro-Africana	CAF	0,03	0,05	0,002	0,049	1,3	0,026
Malawi	MWI	0,03	0,03	0,015	0,080	2,6	0,033
Chade	TCD	0,03	0,08	–0,017	0,014	–	0,024
Uganda	UGA	0,03	0,05	–0,002	0,018	1,9	0,024
Mali	MLI	0,03	0,06	–0,010	0,066	0,8	0,025
Burundi	BDI	0,03	0,04	0,000	0,076	–	0,029
Burkina Faso	BFA	0,03	0,03	0,010	0,094	–	0,026

BIBLIOGRAFIA

ABRAMOVITZ, MOSES. 1986. "Catching Up, Forging Ahead and Falling Behind." *Journal of Economic History* 46 (junho): 385-406.

AGHION, PHILIPPE, e PETER HOWITT. 1992. "A Model of Growth through Creative Destruction." *Econometrica* 60 (março): 323-51.

ARROW, KENNETH J. 1962. "The Economic Implications of Learning by Doing." *Review of Economic Studies* 29 (junho): 153-73.

BARRO, ROBERT J. 1991. "Economic Growth in a Cross Section of Countries." *Quarterly Journal of Economics* 106 (maio): 407-43.

BARRO, ROBERT J., e JONGWHA LEE. 1993. "International Comparisons of Educational Attainment." *Journal of Monetary Economics* 32 (dezembro): 363-94.

BARRO, ROBERT J., e XAVIER SALA-I-MARTIN. 1996. "Convergence across States and Regions." *Brookings Papers on Economic Activity* pp. 107-58.

———. 1992. "Convergence." *Journal of Political Economy* 100 (abril): 223-51.

———. 1995. *Economic Growth.* Nova York: McGraw-Hill.

BASU, SUSANTO, e DAVID N. WEIL. 1996. "Appropriate Technology and Growth." NBER Working Paper nº. 5865. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

BAUMOL, WILLIAM J. 1986. "Productivity Growth, Convergence and Welfare: What the Long-Run Data Show." *American Economic Review* 76 (dezembro): 1072-85.

———. 1990. "Entrepreneurship: Productive, Unproductive, and Destructive." Journal *of Political Economy* 98 (outubro): 893-921.

BILS, MARK, e PETER KLENOW. 1996. "Does Schooling Cause Growth or the Other Way Around?" GSB mimeo. Chicago: Universidade de Chicago.

BLACK, FISCHER, e MYRON S. SCHOLES. 1972. "The Valuation of Option Contracts and a Test of Market Efficiency." *Journal of Finance* 27 (maio): 399-417.

COBB, CHARLES W., e PAUL H. DOUGLAS. 1928. "A Theory of Production." *American Economic Review* 18 (março): 139-65.

COUNCIL OF ECONOMIC ADVISORS. 1997. *The Economic Report of the President.* Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

DAVID, PAUL A. 1990. "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox." *American Economic Association Papers and Proceedings* 80 (maio): 355-61.

DE LONG, J. BRADFORD. 1988. "Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Comment." *American Economic Review* 78 (dezembro): 1138-54.

DE SOTO, HERNANDO. 1989. *The Other Path.* Nova York: Harper and Row.

DIAZ-ALEJANDRO, CARLOS. 1970. *Essays on the Economic History of the Argentine Republic.* New Haven, Conn.: Yale University Press.

DIXIT, AVINASH K., e JOSEPH E. STIGLITZ. 1977. "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity." *American Economic Review* 67 (junho): 297-308.

EASTERLY, WILLIAM, MICHAEL KREMER, LANT PRITCHETT, e LAWRENCE SUMMERS. 1993. "Good Policy or Good Luck? Country Growth Performance and Temporary Shocks." *Journal of Monetary Economics* 32 (dezembro): 459-83.

EASTERLY, WILLIAM, ROBERT KING, ROSS LEVINE, e SERGIO REBELO. 1994. "Policy, Technology Adoption and Growth." NBER Working Paper no. 4681. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

ETHIER, WILFRED J. 1982. "National and International Returns to Scale in the Modern Theory of International Trade." *American Economic Review* 72 (junho): 389-405.

FRIEDMAN, MILTON. 1992. "Do Old Fallacies Ever Die?" *Journal of Economic Literature* 30 (dezembro): 2129-32.

GERSCHENKRON, ALEXANDER. 1952. "Economic Backwardness in Historical Perspective." In *The Progress of Underdeveloped Areas,* ed. Bert F. Hoselitz. Chicago: University of Chicago Press.

GREENWOOD, JEREMY, e MEHMET YORUKOGLU. 1997. "1974." *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy* 46. Amsterdam: North-Holland.

GRILICHES, ZVI. 1991. "The Search for R&D Spillovers." *Scandinavian Journal of Economics* 94: 29-47.

GROSSMAN, GENE M., e ELHANAN HELPMAN. 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy.* Cambridge, MA: MIT Press.

HALL, ROBERT E., e CHARLES I. JONES. 1996. "The Productivity of Nations." NBER Working Paper nº. 5812. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

HARDIN, GARRETT. 1968. "The Tragedy of the Commons." *Science* 162 (13 de dezembro): 1243-48.

HEISENBERG, WERNER. 1971. *Physics and Beyond; Encounters and Conversations.* Trans. Arnold J. Pomerans. Nova York: Harper & Row.

HOBSBAWM, ERIC J. 1969. *Industry and Empire, from 1750 to the Present Day.* Vol. 3 de *Pelican Economic History of Britain.* Harmondsworth: Penguin.

JONES, CHARLES I. 1995a. "R&D-Based Models of Economic Growth." *Journal of Political Economy* 103 (agosto): 759-84.

———. 1995b. "Time Series Tests of Endogenous Growth Models." *Quarterly Journal of Economics* 110 (maio): 495-525.

———. 1996. "Convergence Revisited." Stanford University mimeo.

———. 1997a. "On the Evolution of the World Income Distribution." *Journal of Economic Perspectives* 11.

———. 1997b. "The Upcoming Slowdown in U.S. Economic Growth." Stanford University mimeo.

KALDOR, NICHOLAS. 1961. "Capital Accumulation and Economic Growth." In *The Theory of Capital,* ed. F.A. Lutz e D.C. Hague. Nova York: St. Martins.

KNACK, STEPHEN, e PHILIP KEEFER. 1995. "Institutions and Economic Performance: Cross-Country Tests Using Alternative Institutional Measures." *Economics and Politics* 7 (novembro): 207-27.

KREMER, MICHAEL. 1993. "Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990." *Quarterly Journal of Economics* 108 (agosto): 681-716.

——. 1996. "A Mechanism for Encouraging Innovation." M.I.T. working paper.
LANDES, DAVID S. 1990. "Why Are We So Rich and They So Poor?" *American Economic Association Papers and Proceedings* 80 (maio): 1-13.
LUCAS, ROBERT E., JR. 1988. "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics* 22 (julho): 3-42.

MADDISON, ANGUS. 1995. *Monitoring the World Economy 1820-1992*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
MANKIW, N. GREGORY, DAVID ROMER, e DAVID WEIL. 1992. "A Contribution to the Empirics of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics* 107 (maio): 407-38.
MOKYR, JOEL. 1990. *The Lever of Riches*. Nova York: Oxford University Press.
MULLIGAN, CASEY B., e XAVIER SALA-I-MARTIN. 1993. "Transitional Dynamics in Two-Sector Models of Endogenous Growth." *Quarterly Journal of Economics* 108 (agosto): 739-74.

NELSON, RICHARD R., e EDMUND S. PHELPS. 1966. "Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth." *American Economic Association Papers and Proceedings 56* (maio): 69-75.
NORDHAUS, WILLLIAM D. 1969. "An Economic Theory of Technological Change." *American Economic Association Papers and Proceedings* 59 (maio): 18-28.
——. 1994. "Do Real Output and Real Wage Measures Capture Reality? The History of Lighting Suggests Not." Cowles Foundation Discussion Paper nº. 1078. New Haven, CT: Yale University.
NORTH, DOUGLASS C. 1981. Structure and Change in *Economic History*. Nova York: Norton.
NORTH, DOUGLASS C., e ROBERT P. THOMAS. 1973. *The Rise of the Western World*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
PHELPS, EDMUND S. 1966. "Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research." *Review of Economic Studies* 33 (abril): 133-45.
PRITCHETT, LANT. 1997. "Divergence: Big Time." *Journal of Economic Perspectives* 11.

QUAH, DANNY. 1993. "Gallton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis." *Scandinavian Journal of Economics* 95 (dezembro): 427-43.
——. 1996. "Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics." *Economic Journal* 106 (julho): 1045-55.

REBELO, SERGIO. 1991. "Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth." *Journal of Political Economy 96* (junho): 500-521.
ROMER, PAUL M. 1986. "Increasing Returns and Long-Run Growth." *Journal of Political Economy 94* (outubro): 1002-37.
——. 1987. "Crazy Explanations for the Productivity Slowdown." In *NBER Macroeconomics Annual 1987*, ed. Stanley Fischer. Cambridge, MA: MIT Press.
——. 1989. "Capital Accumulation in the Theory of Long Run Growth." In *Modern Business Cycle Theory*, ed. Robert J. Barro. Cambridge, MA: Harvard University Press.
——. 1990. "Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy* 98 (outubro): S71-S102.
——. 1993. "Two Strategies for Economic Development: Using Ideas and Producing Ideas." In *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics, 1992*. Washington, D.C.: World Bank.
——. 1994. "The Origins of Endogenous Growth." *Journal of Economic Perspectives* 8 (inverno): 3-22.
ROSENBERG, NATHAN. 1994. *Exploring the Black Box: Technology, Economics, and History*. Nova York: Cambridge University Press.

SACHS, JEFFREY D., e ANDREW WARNER. 1995. "Economic Reform and the Process of Global Integration." *Brookings Papers on Economic Activity* 1: 1-95.
SALA-I-MARTIN, XAVIER. 1990. "Lecture Notes on Economic Growth." NBER Working Paper nº. 3563. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
SHELL, KARL. 1967. "A Model of Inventive Activity and Capital Accumulation." In *Essays on the Theory of Economic Growth*, ed. Karl Shell. Cambridge, MA: MIT Press.
SHLEIFER, ANDREI, e ROBERT W. VISHNY.1993. "Corruption". *Quarterly Journal of Economics* 108 (agosto): 599-618.
SIMON, JULIAN L. 1981. *The Ultimate Resource*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
SMITH, ADAM.1776 (1981). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Indianapolis: Liberty Press. [Ed. bras.: *Riqueza das Nações*. Rio de Janeiro, Ediouro, 1987.]
SOBEL, DAVA. 1995. *Longitude: The True Story of a Lone Genius Who Solved the Greatest Scientific Problem of His Time*. Nova York: Walker.
SOLOW, ROBERT M. 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics* 70 (fevereiro): 65-94.
——. 1957. "Technical Change and the Aggregate Production Function." *Review of Economics and Statistics* 39 (agosto): 312-20.
SPENCE, MICHAEL. 1976. "Product Selection, Fixed Costs and Monopolistic Competition." *Review of Economic Studies* 43 (junho): 217-35.
SUMMERS, ROBERT, e ALAN HESTON. 1991. "The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988." *Quarterly Journal of Economics* 106 (maio): 327-68.

UZAWA, HIROFUMI. 1965. "Optimum Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth." *Economic Review* 6 (janeiro): 18-31.

YOUNG, ALWYN. 1995. "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience." *Quarterly Journal of Economics* 110 (agosto): 641-80.